

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA MANAGEMENTU

Vícekriteriální výběr kaváren v Havířově

Multiple Attribute Selection of Cafes in Havířov

Student:

Radka Zapletalová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Kateřina Zelinková

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student: **Radka Zapletalová**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **6208R037 Management**
Téma: **Vícekritériální výběr kaváren v Havířově**
Multiple Attribute Selection of Cafes in Havířov

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Charakteristika rozhodovacího procesu
 3. Popis vybraných metod vícekritériálního rozhodování
 4. Vícekritériální výběr kaváren
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

FOTR, Jiří, Lenka Švecová et al. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2. přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.
KOZEL, Roman, Lenka MYNÁŘOVÁ a Hana SVOBODOVÁ. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3527-6.
ŠUBRT, Tomáš et al. *Ekonomicko-matematické metody*. Praha: Aleš Čermek, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kateřina Zelinková**

Datum zadání: 21.11.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015




doc. Ing. Petra Horváthová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Dana Dluhožová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.“

V Ostravě dne 7. 5. 2015

podpis: *Zapletalová*

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Charakteristika rozhodovacího procesu	7
2.1	Prvky rozhodovacího procesu	7
2.2	Rozhodovací model	9
2.3	Členění rozhodovacích procesů	10
2.3.1	Členění rozhodovacích procesů dle struktury	10
2.3.2	Členění rozhodovacích procesů dle informací	10
2.4	Kvalita rozhodování	11
2.5	Model vícekriteriální analýzy variant.....	12
2.5.1	Postup hodnocení variant	13
2.6	Základní pojmy vícekriteriálního rozhodování	13
2.7	Členění úloh vícekriteriální analýzy variant.....	15
2.7.1	Členění dle cíle řešení úlohy	15
2.7.2	Členění dle typu informace	15
2.8	Přístupy k řešení vícekriteriálních rozhodovacích modelů.....	17
3	Popis vybraných metod vícekriteriálního rozhodování.....	18
3.1	Metody stanovení vah kritérií	18
3.1.1	Bodovací metoda.....	18
3.1.2	Metoda pořadí	18
3.1.3	Fullerova metoda.....	19
3.1.4	Saatyho metoda	20
3.1.5	Metoda postupného rozvrhu vah	21
3.1.6	Kompenzační metoda	21
3.1.7	Konečné váhy	21
3.2	Metody vícekriteriální analýzy variant.....	22
3.2.1	Konjunktivní metoda.....	22
3.2.2	Disjunktivní metoda	23
3.2.3	Metoda PRIAM	23
3.2.4	Lexikograxická metoda	23
3.2.5	Metoda ORESTE.....	24
3.2.6	Metoda váženého součtu	24
3.2.7	Metoda TOPSIS	25
4	Vícekriteriální výběr kaváren.....	27
4.1	Popis variant hodnocení.....	27
4.2	Stanovení kritérií hodnocení.....	29

4.3	Stanovení vah kritérií.....	32
4.3.1	Bodovací metoda.....	33
4.3.2	Metoda pořadí	33
4.3.3	Fullerova metoda.....	34
4.3.4	Saatyho metoda stanovení vah kritérií	35
4.3.5	Metoda postupného rozvrhu vah	37
4.3.6	Kompenzační metoda	38
4.3.7	Stanovení vah kritérií a jejich aritmetický průměr	39
4.4	Metody vícekritériálního vyhodnocení variant.....	41
4.4.1	Konjunktivní metoda.....	41
4.4.2	Disjunktivní metoda	41
4.4.3	Metoda PRIAM	42
4.4.4	Metoda lexikografická.....	42
4.4.5	Metoda ORESTE.....	42
4.4.6	Metoda váženého součtu	44
4.4.7	Metoda TOPSIS	45
4.5	Vyhodnocení a doporučení pro danou kavárnu	47
5	Závěr.....	49
	Seznam použité literatury	50
	Seznam zkratk	51
	Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce	

1 Úvod

Rozhodování patří mezi nejdůležitější činnosti manažerů, neboť touto aktivitou ovlivňují chod společnosti a její budoucí prospěch, přičemž špatným rozhodnutím mohou společnost výrazně ohrozit. Rozhodování označujeme za rozhodovací procesy, které považujeme za procesy řešení rozhodovacích problémů s více variantami řešení. Jednotlivé rozhodovací procesy charakterizujeme strukturou, základními prvky jako jsou cíl a kritéria rozhodování, subjekt, objekt a varianty rozhodování s jejich důsledky a riziky. Důležitost přikládáme racionalizaci rozhodování.

Jeden ze základních typů rozhodování označujeme za rozhodování vícekritériální. Vícekritériálnost spatřujeme v tom, že důsledky rozhodnutí posuzujeme dle většího množství kritérií. Tato kritéria ve většině rozhodovacích situací nevedou ke stejnému rozhodnutí a v tomto případě jsme nuceni řešit daný problém modelem vícekritériálního rozhodování. Tímto modelem řešíme rozhodovací problém s určitým cílem, který je zpravidla nalezení nejlepší či nejvhodnější varianty řešení či seřazení uvažovaných variant. K řešení těchto rozhodovacích problémů používáme různé postupy a metody.

Cílem předložené bakalářské práce je použití vybraných metod vícekritériálního rozhodování pro výběr nejlepší kavárny v Havířově.

Předložená práce je členěna do pěti kapitol včetně úvodu a závěru. Druhou kapitolu věnujeme problematice rozhodovacího procesu, kdy zejména definujeme základních pojmy, jako jsou prvky rozhodovacího procesu, rozhodovací model a jeho členění, či kvalita rozhodování. Dále zde popisujeme vícekritériální model analýzy variant, jeho základní prvky a členění.

Ve třetí kapitole se věnujeme teoreticko-metodologickým východiskům vícekritériálních metod. V této kapitole charakterizujeme zejména vybrané metody stanovení vah kritérií, jako jsou metoda bodovací, metoda pořadí, Fullerova a Saatyho metoda, metoda postupného rozvrhu vah či kompenzační metoda. Dále se zaměřujeme na popis metod vícekritériální analýzy variant, kde jsme vybrali metodu konjunktivní, disjunktivní, metodu váženého součtu, metodu PRIAM a ORESTE, lexikografickou metodu a metodu TOPSIS.

Čtvrtou kapitolu, kterou považujeme za stěžejní část této práce, zaměřujeme na aplikaci vybraných vícekriteriálních metod analýzy variant na výběr nejlepší kavárny. V této kapitole se zaměřujeme na výběr kaváren a kritérií jejich hodnocení. Dále na aplikaci metod stanovení vah kritérií a metod vícekriteriálního rozhodování, čímž docházíme k vyhodnocení nejlepší varianty a doporučením jednotlivým kavárnám. Poslední pátou kapitolou uzavíráme předloženou práci. Chceme poukázat na fakt, že metody vícekriteriální analýzy variant jsou použitelné stejně jako na manažerské rozhodovací úlohy kupříkladu na úlohu typu předložené práce.

2 Charakteristika rozhodovacího procesu

Rozhodování je nedílnou součástí našeho života, ať už v tom osobním nebo profesním. O důležitosti rozhodování nejvíce slýcháváme v souvislosti s řízením podniku, kdy se rozhodování prolíná do všech aktivit spojených s tímto řízením, počínaje plánováním, organizováním, přes další sekvenční manažerské funkce, po funkce průběžné, jako je analýza činností či komunikace. Je proto zřejmé, že tento proces má zásadní vliv na úspěšné fungování podniku. V následujícím textu vycházíme z publikace Fotr et al. (2010), Šubrt et al. (2011), Kozel et al. (2011), Fiala et al. (1994), Haimés et al. (2000), Figueira et al. (2005).

Rozhodovací proces můžeme označit jako proces, v němž rozhodujeme o řešení daného problému. Problém, o kterém rozhodujeme, vnímáme jako odchylku mezi jeho žádoucím a skutečným stavem. Řešení, ke kterému docházíme, získáváme objektivním výběrem jediné varianty z množiny všech možných variant neboli alternativ řešení daného problému.

Rozhodovatel se na proces rozhodování dívá ze dvou stran a to z věcné a procedurální. *Věcnou stránkou* rozhodovacího procesu vyjadřujeme jako oblast řešení daného problému, ve které je pro jeho správné řešení nutné se orientovat. *Procedurální stránkou* máme na mysli způsob řešení daného problému, tudíž zde nacházíme možný postup a metody jeho řešení.

Tyto postupy a metody můžeme rozdělit dle jejich charakteru do dvou skupin, a to na normativní a deskriptivní postupy. *Teorií normativní* získáváme návody na přímý výběr varianty řešení při použití daných modelů a způsobu jejich použití. Dochází tedy ke tvorbě norem řešení rozhodovacích problémů. *Deskriptivní teorií* popisujeme, analyzujeme a hodnotíme již proběhlé rozhodovací procesy. Volbu určité alternativy touto teorií podporujeme tedy pouze nepřímo.

2.1 Prvky rozhodovacího procesu

Pro správné stanovení procesů řešení rozhodovacích problémů jsme nuceni znát a v dané vymezené situaci formulovat tyto základní prvky:

- cíl rozhodovacího procesu,
- kritéria hodnocení,
- subjekt rozhodování,
- objekt rozhodování,
- stavy světa.

Rozhodovacím procesem, kdy činíme rozhodnutí a získáváme určité řešení, se dostáváme do určitého stavu, například určitého stavu firmy, kterého jsme chtěli dosáhnout. Tento stav považujeme za *cíl našeho rozhodování*. Za námi vytyčené cíle může být kupříkladu zvýšení kvality produkce, zvýšení spokojenosti zákazníků apod., přičemž je důležité si cíl vždy přesně vyjádřit, ať číselně nebo slovním popisem. Řešením, které realizujeme, většinou nedosahujeme pouze jednoho cíle, ale více cílů najednou. Mezi těmito cíli existují dva druhy vazeb, a to vazba *komplementární*, což znamená, že se dílčí cíle nikterak neohrožují, ba naopak se doplňují a podporují. Druhou vazbou mezi cíli označujeme za vazbu *konfliktní*, kdy se dílčí cíle navzájem nepodporují, ale jeden cíl je dosažen na úkor cíle dalšího.

Kritéria hodnocení stanovuje rozhodovatel. Pomocí těchto kritérií se hodnotí dané varianty rozhodování, čili do jaké výše budeme plnit dílčí cíle námi vytyčeného rozhodovacího problému. Tato kritéria stanovujeme pomocí jejich odvození od stanoveného cíle řešení. Mezi těmito cíli nacházíme různé vztahy, které jsou maximalizace, minimalizace či dosažení vytyčených hodnot určitých veličin. K řešení daného problému stanovujeme jedno či více kritérií. Při jejich větším množství mezi nimi nacházíme rozdíly v jejich charakteru. Rozlišujeme kritéria *kvantitativní*, která vyjadřujeme číslem, a kritéria *kvalitativní*, která sdělujeme slovně. Každá z těchto skupin má své charakteristiky. Kritéria kvantitativní znamenají snadnou měřitelnost, mají pro nás jednoznačný smysl pro rozhodování a sdělujeme pomocí nich jasnou náplň. Naopak kritéria kvalitativní rozdělujeme na kritéria výnosového nebo nákladového typu, tato kritéria vyznačujeme širokou obsahovou náplní.

Subjektem rozhodování označujeme rozhodovatele, který má právo daný rozhodovací problém řešit a má právo dané řešení realizovat. Subjekt rozhodování označujeme za *individuální* v případě, kdy se rozhodování zúčastňuje pouze jedna osoba, či naopak rozlišujeme rozhodování *kolektivní*, kdy se na rozhodování podílí skupina čítající více rozhodovatelů. Práva rozhodování někdy také rozdělujeme, rozčleňujeme rozhodovatele na rozhodovatele *statutárního*, který má pravomoc rozhodovat, realizovat rozhodnutí a který nese jeho dopady, a rozhodovatele *skutečného*, který doopravdy rozhoduje.

Objekt rozhodování chápeme jako rozhodovací problém, ve kterém se snažíme najít určité rozhodovací řešení a dostat pomocí tohoto řešení vytyčeného cíle. Tohoto řešení dosahujeme výběrem určité varianty či alternativy řešení. Touto variantou vyjadřujeme

způsob řešení problému. Variant stanovujeme zpravidla několik. Každou variantou, kterou určíme k realizaci, způsobíme nějaký důsledek, ať už na objekt či na jeho okolí. Důsledky vyjadřujeme ve vztahu k jednotlivým kritériím rozhodování, tedy u kritérií kvantitativní povahy důsledek kvantifikujeme, u kritérií kvalitativní povahy důsledek popisujeme.

Za *stavy světa* označujeme vylučující se situace, které zaregistrujeme po realizaci našeho rozhodnutí. Zjišťujeme, jaký vliv mají tyto situace na důsledky realizovaných variant ve vztahu k daným rozhodovacím kritériím. Existují faktory, které považujeme za náhodné, a považujeme je také za stavy světa, například nejistá budoucí poptávka. Pokud těchto faktorů spatříme více, můžeme zaregistrovat stavy světa v jejich kombinacích. Těmto faktorům říkáme faktory *rizika* či faktory *nejistoty*.

2.2 Rozhodovací model

Rozhodovací model sestavujeme z důležitých prvků rozhodovacího procesu. Mezi tyto prvky patří varianty neboli alternativy rozhodnutí, dále situacemi, za které bude tato varianta realizována a tím, co varianta přinese. Variantou, kterou realizujeme, dosahujeme určitého výsledku neboli efektu, vyjádřeného nejčastěji v penězích. Každým rozhodnutím dosahujeme tolika tzv. výplat, tedy toho co varianta přinese, podle množství různých stavů okolností. Toto pravidlo můžeme násobit při větším počtu realizovaných variant řešení. Rozhodovací model z tohoto důvodu někdy označujeme za model hry s přírodou, neboť je modelem s neinteligentním, nepředvídatelným hráčem či zmíněnou přírodou.

Prvky, které přisuzujeme rozhodovacímu modelu, zaznamenáváme pomocí rozhodovací tabulky. Touto tabulkou myslíme matici rozměru $m \times n$, kdy značíme m variant a n stavů okolností, jejímiž prvky jsou jednotlivé hodnoty v_{ij} . Rozhodovací tabulku znázorňujeme v Tab. 2-1.

Tab. 2-1 Rozhodovací tabulka

		Stavy okolností			
		S_1	S_2	...	S_n
Alternativy	A_1	v_{11}	v_{12}	...	v_{1n}
	A_2	v_{21}	v_{22}	...	v_{2n}

	A_m	v_{m1}	v_{m2}	...	v_{mn}

Zdroj: Šubrt et al. (2011), str. 119

2.3 Členění rozhodovacích procesů

Procesy řešení rozhodovacích problémů můžeme členit do dvou skupin. První skupinu tvoříme rozhodovacími procesy dle jejich struktury. Druhou skupinu charakterizujeme množstvím a typy informací, kterými o daném rozhodovacím procesu disponujeme.

2.3.1 Členění rozhodovacích procesů dle struktury

První skupinu, kterou členíme rozhodovací procesy dle struktury, označujeme za tzv. skupinu *dobře strukturovaných rozhodovacích problémů*. Tuto skupinu charakterizujeme dobře vyčíslitelnými proměnnými, přičemž při rozhodování používáme vesměs jediné kvantitativní kritérium a tyto úlohy řešíme zpravidla opakovaně.

Špatně strukturované rozhodovací problémy řadíme do skupiny druhé. O těchto problémech rozhoduje rozhodovatel většinou poprvé, proto vytvořit takové řešení vyžaduje jeho tvůrčí myšlení, v dané oblasti disponovat znalostmi a zkušenostmi a rozhodovat se intuitivně. Za hlavní charakteristiky uvádíme více jak jeden faktor, který ovlivňuje daný problém, přičemž některé z nich nejsou řádně známy. Další charakteristiku nacházíme v okolí, kde problém probíhá, kdy si nejsme jisti, jaké změny mohou nastat. Kritérií a variant, která při rozhodování používáme, v tomto případě nacházíme několik, mezi nimiž také kritéria kvalitativní povahy. Informace, které pro své rozhodnutí rozhodovatel potřebuje, se hůře interpretují.

2.3.2 Členění rozhodovacích procesů dle informací

Rozhodovací procesy členíme také dle toho, jakými informacemi rozhodovatel v daném rozhodovacím problému disponuje. Právě těmito informacím přikládáme největší důležitost, neboť rozhodovací procesy chápeme také za přeměnu těchto informací ze vstupních na výstupní, které posléze interpretujeme. Rozhodovatel zabezpečuje efektivnost sběru informací, určuje jejich rozsah a vhodný výklad nabytých informací. Tyto informace, o stavech světa a důsledcích variant, rozdělujeme ve vztahu k daným hodnotícím kritériím.

Rozhodovací procesy dle informací o stavech světa a dopadech jednotlivých variant rozdělujeme do tří skupin, kdy rozeznáváme:

- rozhodování za jistoty,
- rozhodování za rizika,
- rozhodování za nejistoty.

Rozhodování za jistoty označujeme takové rozhodování, kdy disponujeme úplnými informacemi. To znamená, že jsme si vědomi toho, jaký stav světa při dané situaci řešeného problému nastane a jaké důsledky u daných variant můžeme očekávat. S řešeními úloh tohoto typu se setkáváme výjimečně.

Rozhodování za rizika označujeme rozhodování za situace, kdy při rozhodování známe budoucí situace, které mohou nastat, a tím také jaké jejich důsledky můžeme očekávat, přičemž známe také pravděpodobnosti těchto situací a jejich důsledků. Tyto pravděpodobnosti zjišťujeme z důvodu nižší věrohodnosti informací, k jejich stanovení využíváme také data z minulých období.

Rozhodovací proces za nejistoty vyznačujeme neznalostí stavů světa, které mohou nastat. Z tohoto důvodu nejsme schopni přesně stanovit důsledky volby jednotlivých variant a jejich dopady. Nepřesným stanovením těchto hodnot nám mohou vzniknout odchylky, které můžeme posléze shledat žádoucími či nežádoucími. Tyto odchylky vnímáme jako riziko, především odchylky nežádoucí.

2.4 Kvalita rozhodování

Kvalitu rozhodování nejsme schopni přesně vyjádřit. Řešení rozhodovacích procesů jsme v některých případech schopni posoudit dle skutečně dosaženého efektu realizované alternativy, nicméně je tento efekt ovlivňován faktory, které nejsou dopředu předvídatelné, a toto posuzování je také předmětem dlouhodobého zkoumání. Proto kvalitu rozhodovacích procesů neposuzujeme tímto způsobem, ale rozhodování vedeme tak, abychom kvalitní rozhodovací proces vedli k lepším výsledkům a to za podpory těchto bodů, při jejichž řádném plnění těchto výsledků dosahujeme:

- dosahovat souladu vytyčených cílů řešení problému rozhodování s cíli a hodnotovým systémem objektu rozhodování,
- zajistit potřebnou kvantitu a kvalitu informací k rozhodování řešeného problému,
- zajistit uplatitelnost nástrojů a znalostí teorie rozhodování,
- zajistit kvalitu plánu rozhodování o řešeném problému,
- zajistit množství a koncepční různorodost používaných variant, spolehlivost informací,
- zajistit kvalitní vedení rozhodovacího procesu.

2.5 Model vícekritériální analýzy variant

Prostřednictvím modelu vícekritériálního rozhodování se snažíme vybrat jednu či více variant z množiny přípustných variant, kterou doporučujeme k realizaci v rámci daného problému. V tomto modelu stanovujeme konečnou množinu m variant, kterou hodnotíme pomocí n kritérií.

Cílem vypracování vícekritériální analýzy je nalézt tu variantu, kterou dle daných kritérií vyhodnotíme za nejlepší neboli za optimální či za kompromisní, dále můžeme varianty seřazovat či vylučovat ty, které shledáme neefektivními.

Řešené úlohy, které stanovujeme prostřednictvím modelu vícekritériální analýzy variant, charakterizujeme těmito základními body:

- vícekritériální neboli multikritériální charakter řešeného rozhodovacího problému,
- neaditivnost kritérií,
- smíšený soubor kritérií.

Za základní rys vícekritériálního rozhodování tedy považujeme vyšší počet kritérií hodnocení, přičemž s nárůstem počtu kritérií či variant roste obtížnost hodnotit dané úlohy. Úlohy dělíme do dvou typů, přičemž první skupinu úloh označujeme za *multikritériální*. S těmito úlohami se setkáváme zpravidla při každém řešení problémů, neboť v tomto případě řešíme daný problém dle více hledisek. Protipólem úloh tohoto typu označujeme úlohy *monokritériální*, se kterými se takřka neseťkáme, neboť tyto úlohy řešíme pouze dle jediného hlediska.

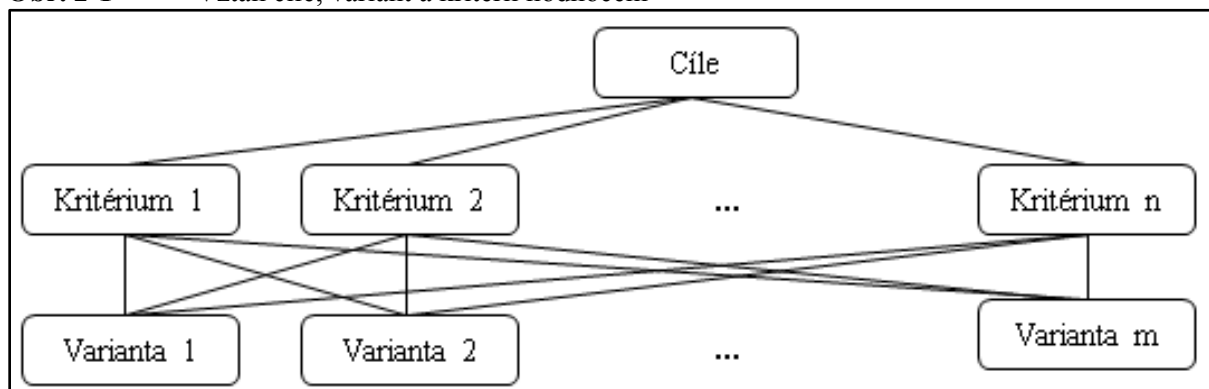
Obtížnost hodnocení modelu vícekritériální analýzy variant spatřujeme ve způsobu vyjádření jednotlivých kritérií, neboť kritéria, která bereme v úvahu pro posouzení jednotlivých variant úlohy, vždy nejsme schopni vyjádřit totožnými měrnými jednotkami. To znamená, že kritéria nejsou *aditivní*, čili jejich povaha se neshoduje.

Smíšeným souborem kritérií vyjadřujeme skutečnost, že ve výčtu kritérií bereme v úvahu kritéria povahy *kvalitativní* či povahy *kvantitativní*. Kvantitativní charakteristiku kritéria jsme schopni vyjádřit číslem, této kvantifikace ale nejsme schopni dosáhnout v případě kvalitativní povahy kritéria, a proto používáme k jeho vyjádření kupříkladu slovního popisu.

2.5.1 Postup hodnocení variant

Jak jsme již zmínili, cílem hodnocení je najít takovou variantu, která bude celkově nejvýhodnější či uspořádat varianty z hlediska preference. V procesu hodnocení se zaměřujeme na to, aby varianta vyhovovala všem jednotlivým kritériím, což zobrazujeme v Obr. 2-1.

Obr. 2-1 Vztah cíle, variant a kritérií hodnocení



Zdroj: Fotr et al. (2010), str. 167

Pokud v rámci hodnotícího procesu disponujeme více variantami, a je to možné a vhodné, můžeme varianty protřídit do tzv. souboru přípustných variant. Toto protřídění provádíme jejich hrubým posouzením dle jejich výhodnosti či dominance. Dalším důležitým bodem, na který nesmíme opomenout, je vytvořit si časový termín volby rozhodnutí.

2.6 Základní pojmy vícekritériálního rozhodování

Mezi pojmy, které označujeme za základní prvky modelů vícekritériálního hodnocení variant, zahrnujeme a charakterizujeme:

- pojem varianta,
- kritérium hodnocení,
- kritériální matice,
- preference kritéria,
- aspirační úroveň,
- váha kritéria,
- ideální a bazální varianta.

Variantou vyjadřujeme danou rozhodovací možnost. *Variantou* pojednáváme o předmětu rozhodovacího procesu. Jednotlivou variantu, kterou chceme zařadit do množiny přípustných variant vzatých v úvahu k řešení daného problému, musíme shledat realizovatelnou a logicky odvoditelnou.

Variety hodnotíme pomocí hledisek, které označujeme za *kritéria*. Těmto kritériím přisuzujeme povahu kvalitativní či kvantitativní, jež jsme zmínili výše. Dále kritéria dělíme na *maximalizační*, kdy za nejlepší variantu považujeme tu, u které nacházíme nejvyšší hodnotu, a kritéria *minimalizační*, kdy za nejlepší variantu považujeme variantu s nejnižší hodnotou.

Variety a kritéria seskupujeme do tzv. *kritériální matice*. Tuto matici označujeme a vyjadřujeme rovnicí $Y = (y_{ij})$. Prvky kritériální matice tvoříme hodnotami i -té variety dle j -tého kritéria.

Preferenci kritéria vyjadřujeme, jak je dané kritérium pro nás důležité vzhledem ke kritériu jinému. Pomocí preferencí kritérií můžeme stanovovat aspirační úrovně kritérií, stanovovat pořadí kritérií a váhy kritérií.

Aspirační úroveň stanovujeme u minimalizačního kritéria jako nejvyšší přípustnou hodnotu tohoto kritéria, naopak u kritéria maximalizačního jako nejnižší přípustnou hodnotu kritéria. Pojednáváme tedy o hodnotě, které má být alespoň dosaženo.

Váhy kritérií stanovujeme určitými metodami. Váhami vyjadřujeme relativní důležitost či významnost kritéria ve vztahu ke kritériím dalším. Tyto váhy vyjadřujeme číselně, nacházíme je v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$, přičemž sečtením všech vah daného kritéria dosahujeme hodnoty 1, v některých případech je nutné váhy normovat. S růstem velikosti váhy roste důležitost kritéria a naopak. Váhu kritéria také označujeme názvem koeficient významnosti.

Ideální a bazální varianta zpravidla neexistuje. *Ideální variantou* hypoteticky vyjadřujeme, jakých hodnot by varianta nabývala, při stanovení nejlepších hodnot v každém kritériu. Opakem vyjadřujeme *bazální variantu*, kdy tvoříme hypotézu variety, kterou hodnotíme nejhoršími možnými hodnotami každého kritéria.

2.7 Členění úloh vícekriteriální analýzy variant

Úlohy vícekriteriální analýzy variant členíme. Toto členění spatřujeme v rozdělení úloh dle cíle řešení úlohy či dle typu informace, kterou disponujeme v dané řešené úloze.

2.7.1 Členění dle cíle řešení úlohy

Úlohy vícekriteriální analýzy variant rozdělujeme do několika skupin. Do první skupiny řadíme úlohy, při kterých si stanovujeme za cíl vybrat pouze jedinou variantu, kterou označujeme za variantu kompromisní, tudíž vybíráme takovou variantu, která nejlépe vyhovuje námi stanoveným kritériím.

Cílem řešení další skupiny úloh představujeme úlohy, při kterých vyžadujeme seřazení všech přípustných variant. Řazení těchto variant zpravidla tvoříme sestupným způsobem od varianty nejlepší po možnou nejhorší variantu.

Do třetí skupiny zahrnujeme úlohy, ve kterých si nestanovujeme za cíl hodnocení úloh jako nejlepších či jejich seřazování, nýbrž v těchto úlohách varianty rozhodovacím procesem vyhodnocujeme jako dobré či špatné.

2.7.2 Členění dle typu informace

Informace vytváříme z dat. Tato data dělíme na primární, která jsme nuceni si sami zjistit, a sekundární, která jsme schopni získat z jakéhokoliv informačního zdroje. Úlohy vícekriteriálního rozhodování rozdělujeme dle typu informace o preferencích mezi danými kritérii a jednotlivými variantami do čtyř skupin.

První skupinu představujeme *nulovými informacemi*, kdy nedisponujeme žádnými informacemi o preferencích kritérií, přičemž musíme disponovat informacemi o preferencích, které zjišťujeme mezi variantami, protože bez těchto informací bychom nebyli schopni danou úlohu vyřešit.

Nominální informace řadíme do skupiny druhé. Tyto informace o preferencích mezi kritérii vyjadřujeme za pomoci aspiračních úrovní, kdy jsme schopni varianty členit na přijatelné či nepřijatelné. Informace o preferencích mezi variantami známe.

Další skupinu úloh vícekritériálního rozhodování charakterizujeme *ordinálními informacemi*. Ordinálními informacemi vyjadřujeme pořadí kritérií, které vytváříme dle důležitosti nebo dle pořadí variant pomocí ohodnocení kritérii.

Do poslední skupiny zahrnujeme úlohy řešené při znalosti *informací kardinálních*. Těmito informacemi vyjadřujeme o jakou hodnotu je jedno tvrzení lepší než druhé. Řadou metod využíváme tohoto typu informací, tudíž ve vyjádření preferování jednotlivých kritérií používáme váhy, v hodnocení variant dle kritéria v mnoha případech toto hodnocení kvantifikujeme.

Musíme vytknout, že se nám může zdát, že na sebe úlohy vícekritériálního rozhodování plyně navazují, přičemž řešíme tyto úlohy samostatně. To znamená, že k řešení dané úlohy přistupujeme vždy individuálně, nenacházíme speciálně určený model řešení. Jednotlivé typy informací přiřazujeme jednotlivým metodám, ve kterých vyjadřujeme preferenci mezi kritérii, v následující Tab. 2-2.

Tab. 2-2 Výčet metod používaných při znalosti preferencí mezi kritérii

Informace o preferencích mezi kritérii		
Informace	Metoda	Výstup
Žádná	Entropická metoda	Vektor vah kritérií
Nominální	Metoda aspiračních úrovní	Aspirační úrovně kritérií
Ordinální	Metoda pořadí	Vektor vah kritérií
	Fullerova metoda	
	Bodovací metoda	
Kardinální	Saatyho metoda	

Zdroj: Šubrt et al.(2011), str. 169

Dle jednotlivých typů informací také rozdělujeme metody, ve kterých využíváme znalosti preferencí mezi variantami. Toto rozdělení znázorňujeme v Tab. 2-3.

Tab. 2-3 Výčet metod používaných při znalosti preferencí mezi variantami

Metoda	Informace o preferencích mezi variantami					
	Aspirační úrovně	Ordinální informace	Kardinální informace			
			Funkce užítku	Vzdálenost variant od ideální a bazální varianty	Preferenční relace	Mezní míra substituce
			Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS	Metoda AHP	Metoda postupné substituce
	Metoda PRIAM	Lexikografická			PROMETHEE	
		ORESTE			ELECTRE	
		Permutační				

Zdroj: Šubrt et al. (2011), str. 170

2.8 Přístupy k řešení vícekritériálních rozhodovacích modelů

Ve většině úloh vícekritériálního rozhodování se setkáváme se situacemi, kdy řešit tyto úlohy spočívá ve výběru z několika variant, které hodnotíme podle několika kritérií. Tato kritéria shledáváme rozdílného až protichůdného charakteru, což nám znesnadňuje hodnocení těchto variant. Tato kritéria označujeme za *konfliktní*.

Jedním z přístupů, které využíváme k řešení vícekritériálních úloh, spatřujeme v *redukci počtu hodnotících kritérií*. Tímto způsobem úlohu zjednodušujeme, v krajním případě zanedbáváme některá, pro nás méně významná, kritéria. Tento způsob řešení nepovažujeme za nejpříjemnější řešení.

Dalším způsobem pro získání řešení *převádíme všechna kritéria na stejnou měrnou jednotku*, čímž zajišťujeme aditivnost kritérií a tento způsob považujeme za jeden z vhodnějších pro případnou aplikaci.

Další možností jsme schopni *převést kritéria na bezrozměrné vyjádření*, kdy využíváme pro hodnocení variant metody založené na vícekritériální funkci užitku či v některých případech zmiňovaný způsob *kompensační metody*, pomocí níž postupně vylučujeme varianty a kritéria hodnocení dle daného postupu.

3 Popis vybraných metod vícekritériálního rozhodování

V této kapitole jsou popsány vybrané metody stanovení vah, zejména metoda bodovací, metoda pořadí, Saatyho metoda párového srovnání, metoda postupného rozvrhu vah, metoda kompenzační a postup určení vah dle aritmetického průměru vah stanovených jednotlivými metodami. Dále zde popisujeme metody vícekritériální analýzy, zejména metody konjunktivní, disjunktivní, metodu PRIAM, ORESTE, lexikografickou metodu, metodu TOPSIS a metodu váženého součtu.

V následující kapitole využíváme informací z publikace Fiala (2008), Fotr et al. (2010), Šubrt et al. (2011), Kozel et al. (2011), Ramík (1999), Vacek (2008), Triantaphylou et al. (1997).

3.1 Metody stanovení vah kritérií

Počátečním bodem analyzování úloh vícekritériálního rozhodování je stanovení vah kritérií, jichž posléze využíváme k řešení rozhodovacích metod. Metod pro stanovení vah kritérií je mnoho, liší se složitostí a náročností po získání informací. Představíme si základní z nich.

3.1.1 Bodovací metoda

Tato metoda spočívá v rozdělení určitého počtu bodů a to tím způsobem, že rozhodovatel posuzuje významnost jednotlivých kritérií, kterým posléze přiřazuje dle tohoto faktoru body z bodové stupnice. Bodovou stupnici rozhodovatel vytváří před hodnocením daných kritérií, neboť je důležité ji promyslet a správně stanovit její rozpětí. Po tomto ohodnocení přecházíme na výpočet vah jednotlivých kritérií, kdy použijeme vztah (3.1), kdy jsme j -té kritérium ohodnotili b_j body. Tímto vztahem body tzv. normalizujeme.

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, \dots, n, \quad (3.1)$$

kde v_j vyjadřujeme váhu kritéria, b_j znamená body přiřazené j -tému kritériu.

3.1.2 Metoda pořadí

Při zpracování metody pořadí si nejprve kritéria seřazujeme dle jejich důležitosti. Kritériu, které vyhodnotíme za nejméně důležité, přiřazujeme 1 bod. Kritérium, které jsme vyhodnotili jako druhé nejméně důležité, ohodnocujeme $n + 1$ bodem. Tímto způsobem

pokračujeme do bodu, kdy máme ohodnocena všechna kritéria n body. Pokud se setkáváme s případem, kdy kritéria určíme jako stejně důležitá, volíme průměrnou hodnotu bodů daného rozpětí pořadí kritérií. V dalším kroku sčítáme všechny přidělené body, čímž dostáváme jejich sumu. Posléze každé ohodnocené kritérium dělíme sumou všech bodů, čímž docházíme k vahám jednotlivých kritérií. Součtem všech vah jednotlivých kritérií dostáváme hodnotu 1. Jedná se tedy o matematický zápis (3.1) používaný a interpretovaný v metodě bodovací.

3.1.3 Fullerova metoda

Pomocí Fullerovy metody, někdy také nazývané metodou párového srovnávání, vytváříme tzv. Fullerův trojúhelník, kdy dáváme do vztahu všechna jednotlivá kritéria a mezi sebou je porovnáváme z hlediska preference, jak můžeme vidět ve schéma Fullerova trojúhelníku znázorněného v Tab. 3-1.

Tab. 3-1 Fullerův trojúhelník

1	1	1	...	1
2	3	4	...	k
	2	2	...	
	3	4	...	
			k-2	k-2
			k-1	k
				k-1
				k

Zdroj: Šubrt et al. (2011), str. 172

Fullerův trojúhelník sestavujeme jako tabulku, do jejichž sloupců a řádků nanášíme jednotlivá kritéria, a hodnotíme 0 či 1 bodem dle zmíněné preference. Kritériu, které preferujeme, přiřazujeme 1 bod a kritérium, které nepreferujeme, hodnotíme 0 body. Tyto preference posléze pro každé jednotlivé kritérium sčítáme. V případě, že některému kritériu nepřidáme žádnou preferenci, je nutné zvýšit počet preferencí u všech kritérií o 1 bod. Řídíme se rovnicí (3.2), čímž vypočteme váhy jednotlivých kritérií.

$$v_i = \frac{f_i + 1}{n + \sum_{i=1}^n f_i}, \quad (3.2)$$

kde v_i vyjadřujeme normovanou váhu jednotlivých kritérií, f_i vyjadřujeme počet preferencí, n značíme počet kritérií.

3.1.4 Saatyho metoda

Postup ke stanovení vah pomocí Saatyho metody můžeme rozdělit do několika kroků. V prvním z nich párově srovnáváme kritéria, a to body, které znázorňujeme v Tab. 3-2.

Tab. 3-2 Bodová ohodnocení při Saatyho metodě

Bodové ohodnocení	Popis velikosti preference mezi kritérii
1	kritérium je stejně významné jako kritérium porovnávané
3	kritérium je slabě preferovanější než kritérium porovnávané
5	kritérium je silně preferovanější než kritérium porovnávané
7	kritérium je velmi silně preferovanější než kritérium porovnávané
9	kritérium je absolutně preferovanější než kritérium porovnávané

Zdroj: Upraveno dle Fotr et al. (2010), str. 182

Tímto krokem získáváme matici velikosti preferencí neboli Saatyho matici (značíme S), respektive její pravou část. Každý prvek, který nacházíme na diagonále, doplňujeme hodnotou 1. Dále použijeme matematický zápis (3.3) pro získání prvků v levé polovině matice.

$$s_{ji} = \frac{1}{s_{ij}}, \text{ pro všechna } i \text{ a } j, \quad (3.3)$$

kde prvky s_{ji} tvoříme levou část matice S, prvky s_{ij} znázorňujeme pravou část matice S.

Váhy kritérií stanovujeme v dalším kroku. Pro nejpřesnější stanovení vah používáme vztah (3.4), dle kterého vypočítáváme geometrické průměry jednotlivých řádků Saatyho matice.

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}, \quad (3.4)$$

kde prvky s_{ji} tvoříme pravou část matice S, b_i značíme hodnoty geometrických průměrů řádků Saatyho matice.

Výsledné hodnoty geometrických průměrů řádků normujeme a dostáváme se k výsledným vahám vypočteným Saatyho metodou, viz rovnice (3.5).

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \quad (3.5)$$

kde b_i značíme hodnoty geometrických průměrů řádků Saatyho matice, v_i značíme výsledné normované váhy.

3.1.5 Metoda postupného rozvrhu vah

Metodu postupného rozvrhu vah, někdy také nazývanou stromem kritérií, používáme v případech, kdy úlohu hodnotíme větším množstvím kritérií, zpravidla více než deseti kritérii. Výhodou této metody je dodržování poměru mezi skupinami kritérií. Postup můžeme rozvrhnout do několika kroků. Aplikaci metody zahajujeme vytvářením skupin kritérií, ve kterých spatřujeme podobný věcný obsah daných kritérií. V rámci těchto skupin určujeme a normujeme váhy tak, abychom jejich součtem dostali hodnotu 1, přičemž k tomuto určení vah můžeme použít postupu výše zmíněných metod. Dalším krokem hodnotíme vahami jednotlivá kritéria dle jejich preference v jednotlivých skupinách, váhy normujeme. Konečné váhy jednotlivých kritérií vypočítáváme násobením vah příslušícím kritériím a skupině vypočtených v předchozích dvou bodech.

3.1.6 Kompenzační metoda

Výhodou kompenzační metody je fakt, že pomocí jejího postupu stanovujeme váhy kritérií na základě důsledků jednotlivých variant. Prvním bodem postupu stanovujeme domnělou variantu s co nejhoršími a nejlepšími dopady na všechna kritéria. Dalším bodem přiřazujeme 100 bodů tomu kritériu, které shledáváme za nejdůležitější s pomocí výpočtu změny nejlépe a nejhůře ohodnocenou variantou. Tímto způsobem pokračujeme ve vytváření pořadí preferovaných kritérií, porovnáváme důležitost kritérií s nejlépe ohodnoceným kritériem. Po porovnání všech kritérií dostáváme váhy, které normujeme.

3.1.7 Konečné váhy

Váhy, které vypočítáváme jednotlivými metodami, se liší. Důvod této odlišnosti vnímáme ve vlivu dané metody stanovení vah, ale také vlivu subjektu, který danou úlohu řeší. Spolehlivost vah však můžeme zvýšit. Toto zvýšení spatřujeme ve stanovení aritmetických průměru vah vypočtených jednotlivými metodami, kde používáme matematické operace (3.6).

$$p_a = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (3.6)$$

kde p_a značíme aritmetický průměr, x_n označujeme hodnotu n -tého prvku, n značíme počet prvků v souboru.

Dalším způsobem, kterým jsme schopni navýšit spolehlivost vah, je zapojení více subjektů rozhodování do řešení úloh vícekritériálního rozhodování, jejichž výsledné váhy bychom posléze také aritmeticky průměrovali.

3.2 Metody vícekritériální analýzy variant

Metody vícekritériální analýzy variant můžeme členit dle typu informace o preferencích mezi kritérii. Členíme je do čtyř skupin, a to na metody nevyžadující žádné informace o preferencích mezi kritérii, metody vyžadující nominální, ordinální či kardinální informace o těchto preferencích.

Za nejméně využívané metody považujeme ty metody, které nevyžadují žádné výše zmíněné informace. Mezi tyto metody řadíme *prostou metodu pořadí* a *prostou bodovací metodu*. V případě řešení úloh tohoto typu nám postačuje znát pouze důležitost jednotlivých variant.

Při řešení úloh, kdy využíváme nominální informace o preferencích kritérií, známe mimo kritériální matici pouze aspirační úrovně. Mezi tyto metody řadíme a také si představíme *metodu konjunktivní*, *disjunktivní* a *metodu PRIAM*.

V případě, kdy jsou nám známy ordinální informace o preferencích kritérií, jsme schopni řadit kritéria dle důležitosti a varianty dle jednotlivých kritérií. Z této skupiny metod se zmíníme o *metodě lexikografické* a *metodě ORESTE*.

V metodách, ve kterých využíváme kardinální informace o preferencích kritérií, jsme schopni řadit jednotlivá kritéria podle námi určené významnosti, ale také tyto významnosti vyjádřit pomocí vah. Za představitele této skupiny metod jsme vybrali metodu TOPSIS.

3.2.1 Konjunktivní metoda

Postup konjunktivní metody zakládáme na stanovení aspirační úrovně y_j^m pro $j = 1, 2, \dots, n$ a $m = 1, 2, \dots, q$. V porovnávání s touto aspirační úrovní v dalších krocích určujeme jednotlivé varianty za akceptovatelné či neakceptovatelné. V případě této metody za akceptovatelnou považujeme takovou variantu, která vyhovuje matematickému zápisu (3.7).

$$y_{ij} \geq y_j^m, \text{ pro všechna } j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.7)$$

kdy y_{ij} znamená jednotlivé posuzované prvky jednotlivých variant, y_j^m znázorňujeme minimální požadovanou aspirační úroveň.

Pokud touto množinou určíme několik variant za akceptovatelné, musíme aspirační úroveň zpřísnit. V opačném případě zvolené aspirační úrovni nemusíme shledat žádnou vyhovující variantu a jsme nuceni aspirační úroveň uvolnit. V tomto postupu pokračujeme do bodu, kdy přísnější aspirační úrovni shledáme akceptovatelnou pouze jednu variantu, kterou označujeme za kompromisní.

3.2.2 Disjunktivní metoda

Při aplikování metody disjunktivní stanovujeme totožnou aspirační úroveň jako v případě metody disjunktivní, avšak za akceptovatelnou variantu vybíráme variantu dle matematického zápisu (3.8). Výběr kompromisní varianty opět provádíme v porovnání s požadavkem na aspirační úroveň a v případě nutnosti zpřísňujeme či uvolňujeme danou aspirační úroveň.

$$y_{ij} \geq y_j^m, \text{ pro alespoň jedno } j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.8)$$

kdy y_{ij} znamená prvek dle i -té varianty dle j -tého kritéria, y_j^m znázorňuje požadovanou aspirační úroveň.

3.2.3 Metoda PRIAM

Při hledání kompromisní varianty metodou PRIAM využíváme opět aspirační úrovně. Aspirační úroveň y_j^m stanovujeme na úrovni bazální varianty, kdy za prvky této úrovně vybíráme nejhorší možnosti daných kritérií. Tuto aspirační úroveň píšeme ve tvaru (3.9). Základní aspirační úroveň opět zpřísňujeme do bodu, kdy této úrovni bude vyhovovat pouze jediná varianta.

$$y_j^m = (y_1^m, y_2^m, \dots, y_n^m), \quad (3.9)$$

kde y_j^m je námi stanovená aspirační úroveň, kdy její prvky y_n^m stanovujeme na bazální úrovni a dále upravujeme.

3.2.4 Lexikografická metoda

Námi stanovené kritérium za nejdůležitější dle lexikografické metody má na výběr varianty, kterou chceme vyhodnotit jako kompromisní, největší vliv. Pokud se ocitneme v situaci, kdy námi určené nejdůležitější kritérium je totožně hodnoceno více variantami, jsme nuceni do posuzování zahrnout také námi určené druhé kritérium řazené dle důležitosti. Tímto způsobem pokračujeme do doby, ve které nalezneme pouze jednu kompromisní variantu.

3.2.5 Metoda ORESTE

Pro aplikaci této metody, jak jsme již zmínili, nám postačuje znalost ordinální informace o preferenci kritérií. Postup aplikace této metody rozdělujeme do několika kroků.

Prvním krokem vytváříme vektor $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$, jímž vyjadřujeme uspořádání kritérií dle námi určené důležitosti těchto kritérií. Totožným způsobem vytváříme matici $P = (p_{ij}), i = 1, 2 \dots, n, j = 1, 2 \dots m$, kdy p_{ij} tvoříme pořadovými čísly variant podle jednotlivých kritérií. Pokud se setkáme se stejnými pořadovými čísly, musíme tato pořadí zprůměrovat.

Dalším krokem vytváříme matici $D = (d_{ij}), i = 1, 2 \dots, n, j = 1, 2 \dots m$, pro jejíž výpočet využíváme rovnice (3.10), kterou označujeme za rovnici Dujmovičovy metriky. Za exponent r dosazujeme reálné číslo hodnoty 3.

$$d_{ij} = (\frac{1}{2} * p_{ij}^r + \frac{1}{2} q_i^r)^{\frac{1}{r}}, \quad (3.10)$$

kde d_{ij} značíme jednotlivé prvky matice D , p_{ij} značí daný prvek matice P , q_i značí daný prvek vektoru q , parametr r značí Dujmovičův exponent.

Ve třetím kroku vytváříme matici $R = (r_{ij})$, kterou tvoříme vzestupným seřazením vzdáleností d_{ij} ohodnocenými prvky r_{ij} . Pokud nalezneme prvky stejné hodnoty, pořadová čísla opět průměrujeme. Dále určujeme součty jednotlivých řádků matice R_{ij} .

Posledním krokem je seřazení řádkových součtů r_i , stanovení pořadí jednotlivých variant, od nejnižšího po nejvyšší řádkový součet. Variantu s nejnižším řádkovým součtem můžeme doporučit, označujeme ji za kompromisní variantu. V některých úlohách se identifikují vztahy preference, indiference a nesrovnalosti mezi variantami, jež považujeme nad rámec předložené práce.

3.2.6 Metoda váženého součtu

Metodu váženého součtu zařazujeme do skupiny metod, ve kterých vyžadujeme kardinální informace. V rámci této skupiny informací metodu součtu dále členíme do skupiny metod, kterou označujeme jako metody funkce užitku. Tento užitek maximalizujeme. Užitek spatřujeme v případě, kdy danou variantu dle daného kritéria nalezneme v hodnotě y_{ij} . Touto variantou přinášíme užitek, který můžeme znázornit lineární funkcí užitku. Postup aplikace metody dělíme do 3 kroků.

Prvním krokem vytváříme ideální a bazální variantu, tudíž variantu $H = (h_1, h_2, \dots, h_n)$ a variantu $D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$.

V kroku druhém vytváříme matici R , kterou vypočítáváme pomocí matematického zápisu (3.11). Prvky této matice označujeme za hodnoty funkce užitku dané varianty dle daného kritéria, tyto hodnoty nacházíme v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}, \quad (3.11)$$

kde r_{ij} znázorňujeme jednotlivé prvky matice R , y_{ij} znázorňujeme prvek i -té varianty dle j -tého kritéria, d_j označuje daný prvek matematického zápisu D , h_j označuje daný prvek matematického zápisu H .

Posledním krokem, krokem třetím, pomocí vztahu (3.12) vytváříme agregovanou funkci užitku.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}, \quad (3.12)$$

kde $u(a_i)$ vyjadřujeme užitky jednotlivých variant, v_j vyjadřujeme váhy jednotlivých kritérií, r_{ij} prvky matice R . Za nejlepší variantu vyhodnotíme tu, kterou po sestupném seřazení výsledných hodnot $u(a_i)$ shledáme nejvyšší.

3.2.7 Metoda TOPSIS

Metodu TOPSIS zpracováváme pomocí stanovení vzdáleností variant od ideálních a bazálních variant. Postup rozdělujeme zpravidla do 4 kroků. Prvním krokem konstruujeme normalizovanou kritériální matici $R = (r_{ij})$ dle matematického zápisu (3.13), kdy jednotlivé sloupce takto námi vytvořené matice považujeme za vektory jednotkové délky.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}}, \quad (3.13)$$

kde r_{ij} značíme daný prvek matice R a y_{ij} značíme prvek i -té varianty dle j -tého kritéria.

V druhém kroku vytváříme dle rovnice (3.14) matici $W = (w_{ij})$, dále ideální variantu $H = (h_1, \dots, h_m)$, tvořící nejlepší hodnoty variant dle jednotlivých kritérií a bazální variantu $D = (d_1, \dots, d_m)$ s hodnotami nejhoršími.

$$w_{ij} = v_j r_{ij}, \quad (3.14)$$

kde w_{ij} značíme daný prvek matice W , v_j značíme váhu kritéria a r_{ij} označujeme daný prvek matice R .

Ve třetím kroku vypočítáváme jednotlivé vzdálenosti variant od ideální varianty vztahem (3.15).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}, \quad (3.15)$$

kde d_i^+ označujeme vzdálenost od ideální varianty, w_{ij} označujeme dané prvky matice W, h_j označujeme j -tou hodnotu matematického zápisu H, d_j označujeme j -tou hodnotu matematického zápisu D.

Dále stanovujeme dle matematické operace (3.16) jednotlivé vzdálenosti variant od bazální varianty.

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}, \quad (3.16)$$

kde d_i^- označujeme vzdálenost od bazální varianty a ostatní hodnoty totožné v rovnici (3.15).

Krokem čtvrtým, pomocí rovnice (3.17), se dostáváme k ukazateli vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty.

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad (3.17)$$

kde c_i značí vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty.

Výsledné hodnoty nacházíme v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$, přičemž 0 hodnotu spatřujeme v bazální variantě, naopak hodnotu 1 ve variantě ideální. Poslední úpravou v této metodě seřazujeme hodnoty c_i sestupně, variantu s nejvyšší hodnotou můžeme považovat za kompromisní, čili ji můžeme shledat za doporučitelnou.

4 Vícekriteriální výběr kaváren

Kapitolu vícekriteriální výběr kaváren můžeme rozdělit do pěti na sebe navazujících hlavních bodů. V první části se zaměřujeme na výběr variant hodnocení. Tyto varianty představují jednotlivá kavářská zařízení v dané lokalitě. V druhé části určujeme kritéria, dle kterých posuzujeme stanovené varianty. V následující části, části třetí, vypočítáváme váhy jednotlivých kritérií za pomoci metod k tomu určených. Ve čtvrté části aplikujeme metody vícekriteriálního rozhodování a následně vyhodnocujeme nejlepší variantu, což pokládáme za část pátou. Důležitost přikládáme faktu, že chceme poukázat na možnosti využití vícekriteriálních metod analýzy variant na různé typy rozhodovacích úloh, tedy vedle manažerských rozhodovacích úloh například úlohy typu předložené práce.

Mezi metody stanovení vah kritérií používáme metodu bodovací, metodu pořadí, Fullеровu metodu párového srovnání, Saatyho metodu, metodu postupného rozvrhu vah a kompenzační metodu.

Při aplikaci metod vícekriteriálního rozhodování využíváme metodu konjunktivní, disjunktivní, metodu PRIAM, metodu lexikografickou a metodu ORESTE, metodu váženého součtu, metodu TOPSIS.

Při aplikaci těchto metod využíváme výše zmíněné teorie. Za další důležité zdroje pro následující hodnocení považujeme informace, které získáváme v prostředí jednotlivých kavářských zařízení.

4.1 Popis variant hodnocení

V dané lokalitě se nachází 6 kavářských zařízení. Jelikož cílem předložené práce je vyhodnotit nejlepší kavářské zařízení v této lokalitě, shledáváme pro správné řešení zařadit do tohoto hodnocení všechna zařízení, která zde nacházíme. Posuzovanými veličinami jsou tudíž varianta 1 až varianta 6. Tyto varianty – kavárny, popisujeme dále.

v_1 Kavárna č. 1

Kavárnu číslo 1 nacházíme v centru města, a to v prostředí obchodního domu. Svým zákazníkům nabízí snadnou dostupnost, celkem 65 míst k sezení. Atmosféru tohoto prostředí spatřujeme za ovlivnitelnou rušností obchodního domu. Stoly jsou umístěny v těsné blízkosti, tudíž zákazník nemá příliš velké soukromí. Toto zařízení je určené pouze pro nekuřáky. Obsluha se dle posouzení chová mile, ale rychlost obsluhy je pomalá. K dispozici je wifi připojení, denní tisk a platba kartou. Nabízeno je 13 druhů káv, 10 druhů jiných nápojů, celkem 18 položek skládajících se ze zákusků, jídel a pochutin. Cena kávy espresso je 29 Kč. Tato kavárna nabízí ranní zvýhodněné menu. Není k dispozici venkovní posezení ani možnost vzít si kávu s sebou.

v_2 Kavárna č. 2

Kavárnu s číslem 2 nacházíme v centru města, vyznačuje se tedy snadnou dostupností. Počet míst je 45. V případě přívetivého počasí je k dispozici venkovní posezení. Kavárna je nekuřácká, není rušná a zákazník má své soukromí, neboť stoly jsou umístěny daleko od sebe. Obsluhující personál se chová profesionálně, pohotově. Kavárna nabízí 14 druhů káv, 18 druhů ostatních nápojů a 22 položek k jídlu. Cena kávy espresso je 39 Kč. Zákazník má možnost vzít si kávu s sebou. V nabídce nenacházíme žádné zvýhodněné menu.

v_3 Kavárna č. 3

Kavárnu číslo 3 nalezneme v centru města. Je dvoupatrová, disponuje venkovním posezením, je kuřácká. Zákazník zde nemá žádné soukromí, je rušná. Obsluhu popisujeme jako pomalou a nechovající se profesionálně. Svému zákazníkovi nabízí wifi připojení, ale nenabízí žádný tisk. Není zde možné platit kartou. Nabízí 6 druhů káv, cena kávy espresso je 35 Kč. Dále je zákazníkovi nabízeno 9 nápojů, 14 položek pochutin a jídel. Kavárenské zařízení nenabízí během dne žádné zvýhodněné menu.

v_4 Kavárna č. 4

Kavárna číslo 4 se nachází nedaleko centra města, což zapříčiňuje relativně menší dostupnost. Nabízí pouze 30 míst k sezení, ale za to soukromí a nerušné prostředí. Kavárna je nekuřácká. Venkovní posezení je přístupné v letních měsících. Obsluha se chová velmi mile a profesionálně, její rychlost je velmi vysoká. Zákazník si může vybrat z 11 druhů káv, 19 druhů nápojů, 25 druhů zákusků a jídel. Zákazník si také může dát denní zvýhodněnou nabídku. Cena kávy espresso je 38 Kč. Káva nelze vzít s sebou.

v_5 Kavárna č. 5

Kavárna č. 5 se nachází v centru města. Je určena také pro kuřáky, v přívětivém počasí je k dispozici posezení venku. Celkem zde nalezneme 40 míst k sezení. Cena kávy espresso je 34 Kč, není možno si ji vzít s sebou. Zákazník zde má své soukromí, kavárna není rušná. Obsluhující personál je profesionální, rychlý. Lze platit kartou. Je k dispozici denní tisk. Není nabízeno žádné zvýhodněné menu. V nabídce nalezneme 10 druhů káv, 26 druhů nápojů a 16 položek určených k jídlu.

v_6 Kavárna č. 6

Kavárna s číslem 6 se nachází mimo centrum města a to v obchodním domě. Najdeme zde 25 míst k sezení. Atmosféra je ovlivněna rušností obchodního domu, zákazník zde nemá soukromí, neboť stoly jsou umístěny těsně vedle sebe. V tomto zařízení je zakázáno kouřit. Svým zákazníkům nenabízí venkovní posezení. Cena kávy espresso je 19 Kč. Je nabízeno 8 druhů káv, 18 druhů nápojů, 45 možností jídel či zákusků. Obsluha je rychlá, avšak se nedá pokládat za profesionální. Zákazník si může vzít kávu s sebou.

4.2 Stanovení kritérií hodnocení

Ke stanovení kritérií hodnocení přistupujeme pečlivě, neboť je označujeme za velmi důležitá v rámci procesu hodnocení. Kritéria stanovujeme tak, abychom byli schopni co nejpřesněji vyhodnotit nejlepší variantu.

Kritérií, která budeme v rámci aplikování jednotlivých metod vícekritériálního rozhodování používat, stanovujeme v počtu 12, což pokládáme za dostatečné množství, do kterého jsme schopni zahrnout všechny aspekty hodnocení. Mezi tyto aspekty řadíme nabídku kavárny, její vybavení a dostupnost, otázky týkající se obsluhy či jiných služeb poskytovaných daným zařízením. Kritéria popisujeme níže.

k_1 Počet míst k sezení – maximalizační

V tomto kritériu uvádíme počet míst, která jsou k dispozici v jednotlivých variantách.

k_2 Dostupnost – maximalizační

V tomto kritériu vyjadřujeme, kde se daná kavárna ve městě nachází a jak dostupná pro zákazníky je.

Tuto dostupnost vyjadřujeme body a to tak, že variantě, která se nachází mimo centrum města, přisuzujeme 1 bod, dále variantě, která se nachází v okolí centra města a je dostupnější, než varianta ohodnocená 1 bodem, přisuzujeme 2 body, a nejdostupnějším variantám v centru města připisujeme 3 body.

k_3 Venkovní posezení – maximalizační

V kritériu 3 posuzujeme, zda daná varianta nabízí zákazníkovi venkovní posezení. Kavárnu, která nabízí venkovní posezení, jsme ohodnotili 1 bodem a kavárnu, která venkovní posezení nenabízí, jsme ohodnotili 0 body.

k_4 Cena kávy espresso – minimalizační

V tomto kritériu zmiňujeme cenu kávy espresso v peněžním vyjádření. Tento typ kávy pokládáme za základní, proto jej vybíráme pro toto kritérium.

k_5 Atmosféra - maximalizační

Atmosféru kavárny jsme ohodnotili body a to tak, že každé variantě jsme připsali 1 bod za to, že se v jejich prostorech nekouří, další bod za soukromí zákazníka u stolu a 1 bod za nerušné prostředí. Tyto body jsme sečetli a dané variantě jsme připsali body v rozmezí 0-3 bodů.

k_6 Obsluha – maximalizační

Tímto kritériem vyjadřujeme chování a rychlost obsluhy, přičemž pokud se obsluha chová mile či profesionálně, přisuzujeme dané variantě 1 bod, další bod přisuzujeme za rychlost obsluhy. Takto připisujeme daným variantám 0-2 bodů.

k_7 Káva s sebou – maximalizační

V kritériu k_7 vyjadřujeme, zda je z dané kavárny možné vzít si kávu s sebou. Pokud daná varianta nabízí tuto možnost, přisuzujeme 1 bod, pokud ne, tak 0 bodů.

k_8 Doplnující služby - maximalizační

Kritériem k_8 hodnotíme, zda se v dané kavárně může zákazník připojit na internet, zda může platit kartou a zda je mu nabízen denní či jiný tisk. Za každý z těchto argumentů, tedy pokud jsou k dispozici, připisujeme 1 bod. Dané variantě tudíž připisujeme 0-3 bodů.

k_9 Počet nabízených druhů kávy – maximalizační

V tomto kritériu jsme sečetli položky nabízených káv v dané variantě.

k_{10} Počet nabízených ostatních nápojů – maximalizační

V tomto kritériu jsme sečetli položky ostatních nápojů pro danou variantu.

k_{11} Počet nabízených pochutin, zákusků, jídel – maximalizační

V tomto kritériu jsme sečetli nabízené položky určené k jídlu v jednotlivých variantách.

k_{12} Zvýhodněná nabídka – maximalizační

Kritériem k_{12} vyjadřujeme, zda daná kavárna nabízí jakoukoliv zvýhodněnou nabídku, např. ranní zvýhodněné menu, denní zvýhodněné menu apod. Pokud zmíněnou nabídku v dané variantě nacházíme, připsujeme 1 bod, v opačném případě 0 bodů.

Přehled hodnot jednotlivých kritérií při daných variantách zobrazujeme v Tab. 4-1. Tuto tabulku považujeme za východisko pro všechny následující úkony předložené práce.

Tab. 4-1 Varianty a kritéria hodnocení

v/k	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}
v_1	65	3	0	29	1	1	0	3	13	10	18	1
v_2	45	3	1	39	3	2	1	2	14	18	22	0
v_3	75	3	1	35	0	0	0	1	6	9	14	0
v_4	30	2	1	38	3	2	0	1	11	19	25	1
v_5	40	3	1	34	2	2	0	2	10	26	16	0
v_6	25	1	0	19	1	1	1	3	8	18	45	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro přiblížení hodnot v Tab. 4-1 popisujeme označenou hodnotu 65. Touto hodnotou vyjadřujeme, že pro variantu v_1 jsme stanovili při kritériu k_1 hodnotu 65. Jinými slovy stanovujeme, že pro kavárnu č. 1 čítáme 65 míst k sezení.

4.3 Stanovení vah kritérií

Pro stanovování vah kritérií a aplikování metod vícekritériálního rozhodování vytváříme kritériální matici, jejíž prvky tvoří data Tab. 4-1. Kritériální matici označujeme Y .

Obr. 4-1 Kritériální matice

$$Y = \begin{matrix} & k_1 & k_2 & k_3 & k_4 & k_5 & k_6 & k_7 & k_8 & k_9 & k_{10} & k_{11} & k_{12} \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 65 & 3 & 0 & 29 & 1 & 1 & 0 & 3 & 13 & 10 & 18 & 1 \\ 45 & 3 & 1 & 39 & 3 & 2 & 1 & 2 & 14 & 18 & 22 & 0 \\ 75 & 3 & 1 & 35 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 9 & 14 & 0 \\ 30 & 2 & 1 & 38 & 3 & 2 & 0 & 1 & 11 & 19 & 25 & 1 \\ 40 & 3 & 1 & 34 & 2 & 2 & 0 & 2 & 10 & 26 & 16 & 0 \\ 25 & 1 & 0 & 19 & 1 & 1 & 1 & 3 & 8 & 18 & 45 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Označenou hodnotou 65 vyjadřujeme totožný prvek popsany při Tab. 4-1, tedy pojednáváme o 65 místech k sezení při kavárně č. 1. Kritériální matici tvoříme přenesením hodnot z Tab. 4-1 do hodnot matice Y .

Stanovená kritéria charakterizujeme za maximalizační, výjimku spatřujeme pouze v kritériu k_4 , které označujeme za minimalizační. Jelikož pro správnou aplikaci metod vícekritériální analýzy potřebujeme disponovat kritérii stejného charakteru, musíme vytvořit matici Y' , ve které kritérium minimalizační převádíme na kritérium maximalizačního charakteru. Při této změně převádíme hodnoty tak, že od nejvyšší hodnoty tohoto kritéria odečítáme jednotlivé hodnoty daných variant.

Obr. 4-2 Upravená kritériální matice

$$Y' = \begin{matrix} & k_1 & k_2 & k_3 & k_4 & k_5 & k_6 & k_7 & k_8 & k_9 & k_{10} & k_{11} & k_{12} \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 65 & 3 & 0 & 10 & 1 & 1 & 0 & 3 & 13 & 10 & 18 & 1 \\ 45 & 3 & 1 & 0 & 3 & 2 & 1 & 2 & 14 & 18 & 22 & 0 \\ 75 & 3 & 1 & 4 & 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 9 & 14 & 0 \\ 30 & 2 & 1 & 1 & 3 & 2 & 0 & 1 & 11 & 19 & 25 & 1 \\ 40 & 3 & 1 & 5 & 2 & 2 & 0 & 2 & 10 & 26 & 16 & 0 \\ 25 & 1 & 0 & 20 & 1 & 1 & 1 & 3 & 8 & 18 & 45 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Upravená kritériální matice je tedy totožná ve všech prvcích s maticí Y , pouze v minimalizačním kritériu k_4 docházíme k přepočtení hodnot. K označené hodnotě 10 docházíme konkrétně tak, že od nejvyšší hodnoty kritéria k_4 v matici Y , což je hodnota 39 při druhé variantě, odečítáme hodnotu 29, kterou nacházíme na stejné pozici jako je hodnota 10 v matici Y .

4.3.1 Bodovací metoda

Aplikaci bodovací metody zahajujeme volbou velikosti bodovací stupnice. Volíme stupnici čítající celkem 100 bodů, které rozdělujeme jednotlivým kritériím na základě posouzení jejich významnosti. Váhy kritérií vypočítáváme dle vztahu (3.1), jejich sečtením dostáváme hodnotu 1, což považujeme za zpětnou kontrolu. Stanovené bodové ohodnocení a váhy kritérií znázorňujeme v Tab. 4-2.

Tab. 4-2 Bodové ohodnocení a stanovení vah bodovací metodou

Kritérium	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	Celkem
Body	11	12	1	14	13	9	4	5	10	8	7	6	100
Váha	0,11	0,12	0,01	0,14	0,13	0,09	0,04	0,05	0,1	0,08	0,07	0,06	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Bodové ohodnocení jednotlivých kritérií jsme stanovili na základě vlastního uvážení. Kupříkladu za nejvýznamnější kritérium jsme vybrali kritérium k_4 , a proto jsme jej ohodnotili 14 body. Druhé nejvýznamnější kritérium jsme vybrali kritérium k_5 , proto přisuzujeme 13 bodů. Takto ohodnocujeme všechna kritéria a sčítáme přidělené body, jejichž suma vychází 100 bodů. Jednotlivé váhy počítáme způsobem jako u označené hodnoty 0,14, kterou jsme vypočítali jako podíl 14 přidělených bodů a sumou 100 bodů. Sumou přidělených vah jednotlivým kritériím dostáváme hodnoty 1. Nejvyšší váhu nacházíme u kritéria k_4 , nejnižší váhu připisujeme kritériu k_3 .

4.3.2 Metoda pořadí

Aplikaci metody pořadí pro stanovení vah kritérií zahajujeme stanovením pořadí kritérií dle jejich důležitosti. Po stanovení tohoto pořadí docházíme ke stanovení vah. Váhy jednotlivých kritérií stanovujeme dělením stanoveného pořadí kritéria sumou přidělených bodů, tedy matematickým vztahem (3.1) používaným při metodě bodovací. Výsledné váhy sčítáme pro zpětnou kontrolu, součet stanovujeme v hodnotě 1, jak uvádíme v Tab. 4-3.

Tab. 4-3 Stanovení vah pomocí metody pořadí

Kritérium	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9
Pořadí	9	10	1	12	11	7	2	3	8
Váha	0,1154	0,1282	0,0128	0,1538	0,1410	0,0898	0,0256	0,0385	0,1026

Kritérium	k_{10}	k_{11}	k_{12}	CELKEM
Pořadí	6	5	4	78
Váha	0,0769	0,0641	0,0513	1,0000

Zdroj: Vlastní zpracování

Kritérium k_3 vyhodnocujeme dle významnosti kritérií za nejméně důležité, proto tomuto kritériu přiřazujeme 1 bod, kritérium k_7 vyhodnocujeme za druhé nejméně důležité, proto tomuto kritériu přiřazujeme 2 body a v tomto postupu pokračujeme do bodu, kdy máme ohodnocena všechna kritéria a tudíž stanovené jejich pořadí důležitosti. Body sčítáme a dostáváme jejich sumu, kterou stanovujeme v hodnotě 78. K vahám jednotlivých kritérií docházíme jako v předešlé metodě, tedy kupříkladu hodnoty váhy 0,0128 jsme dosáhli provedením podílu přiřazeného 1 bodu a sumou 78 bodů. Pojednáváné hodnoty označujeme tučně. Nejvyšší váhu jsme stanovili u kritéria k_4 , nejnižší váhu u kritéria k_3 .

4.3.3 Fullerova metoda

Aplikování Fullerovy metody párového srovnávání zahajujeme vytvořením tzv. Fullerova trojúhelníku, který znázorňujeme v Obr. 4-3. V tomto trojúhelníku párově srovnáváme jednotlivá kritéria, přičemž to kritérium, které preferujeme, označujeme tučně.

Obr. 4-3 Fullerův trojúhelník

k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1	k_1
k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2	k_2
	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3	k_3
		k_4	k_4	k_4	k_4	k_4	k_4	k_4	k_4	k_4	k_4
			k_5	k_5	k_5	k_5	k_5	k_5	k_5	k_5	k_5
				k_6	k_6	k_6	k_6	k_6	k_6	k_6	k_6
					k_7	k_7	k_7	k_7	k_7	k_7	k_7
						k_8	k_8	k_8	k_8	k_8	k_8
							k_9	k_9	k_9	k_9	k_9
								k_{10}	k_{10}	k_{10}	k_{10}
									k_{11}	k_{11}	k_{11}
										k_{12}	k_{12}

Zdroj: Vlastní zpracování

Při párovém srovnávání kritérií k_1 a k_2 přisuzujeme preferenci kritériu k_2 . Tuto preferenci vyznačujeme tučností písma tohoto kritéria. Na tomto principu srovnáváme a označujeme všechna jednotlivá kritéria.

Dalším krokem sčítáme preference, kdy kritérium označené tučně hodnotíme 1 bodem, kritérium neoznačené 0 body. Tyto součty uvádíme v Tab. 4-4. Váhy kritérií stanovujeme na základě vztahu (3.2). Jelikož jsme ohodnotili kritérium k_3 0 body, musíme počet označení pro každé kritérium navýšit o 1 bod. Po tomto přepočtení vypočítáváme nové váhy kritérií opět podle vztahu (3.2). Váhy kritérií po přepočtení se poněkud změnili, avšak pořadí dle jejich velikosti zůstává stejné.

Tab. 4-4 Stanovení vah pomocí Fullerovy metody

Kritérium	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
Počet označení	8	9	0	11	10	6	1
Váha kritéria	0,1212	0,1364	0	0,1667	0,1515	0,0909	0,0152
Přepočtení	9	10	1	12	11	7	2
Váha kritéria	0,1154	0,1282	0,0128	0,1538	0,1410	0,0897	0,0256

Kritérium	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	Celkem
Počet označení	2	7	5	4	3	66
Váha kritéria	0,0303	0,1061	0,0758	0,0606	0,0455	1,0000
Přepočtení	3	8	6	5	4	78
Váha kritéria	0,0385	0,1026	0,0769	0,0641	0,0513	1,0000

Zdroj: Vlastní zpracování

Označenou hodnotou 11 znázorňujeme součet označených kritérií k_4 . Označené váhy dosahujeme při vypočtení podílu počtu označení kritéria k_4 a sumou počtu označení. Následuje navýšení počtu označení o jednotku, kdy se dostáváme k hodnotě 12. Označené přepočtené váhy dosahujeme při vypočtení podílu 12 přepočtených bodů a sumy přepočtených bodů. Tímto způsobem sestavujeme celou tabulku. Nejvyšší přepočtenou váhu připisujeme kritériu k_4 , nejnižší přepočtenou váhu opět u kritéria k_3 .

4.3.4 Saatyho metoda stanovení vah kritérií

Aplikaci metody zahajujeme párovým srovnáváním kritérií dle preference. Vytváříme Tab. 4-5, kterou potřebujeme znát k vytvoření Saatyho matice, označovanou písmenem S. Preferované kritérium ve sloupci označujeme hodnotou 1, nepreferované hodnotou 0.

Tab. 4-5 Saatyho metoda

Kritérium	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}
k_1		0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
k_2			1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
k_3				0	0	0	0	0	0	0	0	0
k_4					1	1	1	1	1	1	1	1
k_5						1	1	1	1	1	1	1
k_6							1	1	0	1	1	1
k_7								0	0	0	0	0
k_8									0	0	0	0
k_9										1	1	1
k_{10}											1	1
k_{11}												1
k_{12}												

Zdroj: Vlastní zpracování

Označenou hodnotou 0 vyjadřujeme, že kritérium k_1 nepreferujeme před kritériem k_4 . Takto porovnáváme mezi sebou všechna kritéria a vytváříme celou Tab. 4-5. Dalším úkonem stanovujeme Saatyho matici zobrazovanou v Obr. 4-4.

Obr. 4-4 Saatyho matice

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 7 & 1/3 & 1/3 & 3 & 7 & 7 & 3 & 3 & 5 & 5 \\ 3 & 1 & 7 & 1/3 & 1/3 & 3 & 7 & 7 & 3 & 5 & 5 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 1 & 1/9 & 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1/3 \\ 3 & 3 & 9 & 1 & 3 & 5 & 7 & 7 & 3 & 5 & 7 & 7 \\ 3 & 3 & 7 & 1/3 & 1 & 5 & 7 & 7 & 3 & 5 & 5 & 7 \\ 1/3 & 1/3 & 5 & 1/5 & 1/5 & 1 & 5 & 5 & 1/3 & 3 & 3 & 5 \\ 1/7 & 1/7 & 3 & 1/7 & 1/7 & 1/5 & 1 & 1/3 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 \\ 1/7 & 1/7 & 3 & 1/7 & 1/7 & 1/5 & 3 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 7 & 1/3 & 1/3 & 3 & 5 & 5 & 1 & 3 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1/5 & 5 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 5 & 3 & 1/3 & 1 & 3 & 3 \\ 1/5 & 1/5 & 5 & 1/7 & 1/5 & 1/3 & 3 & 3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/5 & 3 & 1/7 & 1/7 & 1/5 & 3 & 3 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Pravou část matice S vytváříme párovým srovnáváním kritérií dle Tab. 3-2, přičemž prvky, které jsme ohodnotili hodnotou 0 v Tab. 4-5, převádíme do zlomků. Diagonálu matice doplňujeme hodnotami 1. Levou část matice stanovujeme na základě matematického zápisu (3.3). Zvýrazněnou hodnotou vypovídáme, že kritérium k_4 je slabě preferovanější než kritérium k_1 .

Dalším krokem stanovujeme geometrické průměry řádků matice S a to dle vztahu (3.4). Posledním bodem aplikace této metody je vypočtení normovaných vah za pomoci vztahu (3.5). Výsledky těchto počtů znázorníme v Tab. 4-6.

Tab. 4-6 Stanovení vah pomocí Saatyho metody

Kritérium	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
Geometrický průměr	2,127	2,6655	0,2212	4,748	3,4353	1,1933	0,2911
Váha kritéria	0,1141	0,143	0,0119	0,2547	0,1843	0,064	0,0156

Kritérium	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	CELKEM
Geometrický průměr	0,3648	1,6047	0,8745	0,6502	0,4634	18,639
Váha kritéria	0,0196	0,0861	0,0469	0,0349	0,0249	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Vyznačené hodnoty geometrického průměru řádku jsme dosáhli využitím vztahu (3.4) při řádku kritéria k_1 . Vyznačené hodnoty váhy jsme dosáhli podílem geometrického průměru řádku kritéria k_1 a sumy všech těchto průměrů. Nejvyšší váhu kritéria zaznamenáváme u kritéria k_4 , nejnižší váhu kritéria opět u k_3 .

4.3.5 Metoda postupného rozvrhu vah

Jelikož k hodnocení variant využíváme většího počtu kritérií, je vhodné stanovit váhy také dle metody postupného rozvrhu vah. Aplikaci metody provádíme v Tab. 4-7 a zahajujeme vytvářením skupin kritérií, mezi kterými spatřujeme podobnou obsahovou náplň.

Tab. 4-7 Stanovení vah pomocí metody postupného rozvrhu vah

Skupina kritérií	Kritéria	Pořadí	Hodnota	Váhy skupin kritérií	Pořadí	Hodnota	Váhy kritérií v rámci skupin	Výsledné váhy
S1	k_1	1	3	0,5000	3	2	0,2	0,1000
	k_2				2	3	0,3	0,1500
	k_3				4	1	0,1	0,0500
	k_5				1	4	0,4	0,2000
S2	k_4	2	2	0,3333	1	4	0,4	0,1333
	k_9				2	3	0,3	0,1000
	k_{10}				3	2	0,2	0,0667
	k_{11}				4	1	0,1	0,0333
S3	k_6	3	1	0,1667	1	4	0,4	0,0667
	k_7				4	1	0,1	0,0167
	k_8				3	2	0,2	0,0333
	k_{12}				2	3	0,3	0,0500

Zdroj: Vlastní zpracování

Skupinu S1 tvoříme kritérii vztahujícími se k hmotné stránce kavárenského zařízení. Skupinu S2 tvoříme kritérii vztahujícími se k nabídce kavárny a skupinu S3 vztahujícími se k službám poskytovaným danou kavárnou.

V rámci těchto skupin stanovujeme a normujeme váhy tak, aby jejich suma činila hodnotu 1, např. skupinu S1 hodnotíme váhou 0,5, protože kritéria této skupiny a skupinu celkem preferujeme před skupinami ostatními. Dalším krokem v rámci jednotlivých skupin určujeme pořadí a hodnoty jednotlivých kritérií, určujeme váhy pro jednotlivá kritéria skupin, např. kritérium k_2 preferujeme před ostatními kritérii v této skupině, proto přiřazujeme nejvyšší váhu 0,3. Tyto váhy upravujeme jejich násobením váhami skupin kritérií, např. násobíme hodnoty 0,5 a 0,3. Nejvyšší hodnoty vah kritérií nacházíme u kritéria k_5 , nejnižší u kritéria k_7 .

4.3.6 Kompenzační metoda

Jelikož je aplikace kompenzační metody založená na důsledcích jednotlivých variant, vytváříme Tab. 4-8, ve které znázorňujeme jednotlivé varianty a kritéria hodnocení. Dále také přidáváme sloupec s váhami, které získáváme a opisujeme, například z metody pořadí.

Tab. 4-8 Dopady variant hodnocení

Kritériu m	Varianta						Váha
	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	
k_1	65	45	75	30	40	25	0,1154
k_2	3	3	3	2	3	1	0,1282
k_3	0	1	1	1	1	0	0,0128
k_4	29	39	35	38	34	19	0,1538
k_5	1	3	0	3	2	1	0,141
k_6	1	2	0	2	2	1	0,0898
k_7	0	1	0	0	0	1	0,0256
k_8	3	2	1	1	2	3	0,0385
k_9	13	14	6	11	10	8	0,1026
k_{10}	10	18	9	19	26	18	0,0769
k_{11}	18	22	14	25	16	45	0,0641
k_{12}	1	0	0	1	0	1	0,0513

Zdroj: Vlastní zpracování

Jednotlivé prvky kritérií pro jednotlivé varianty opisujeme z výchozí Tab. 4-1. Váhy kritérií v pravém sloupci opisujeme z Tab. 4-3, kde stanovujeme váhy metodou pořadí.

Dalším krokem vytváříme Tab. 4-9, ve které vyjadřujeme jednotky kritérií, stanovujeme nejhorší a nejlepší variantu pro jednotlivá kritéria.

Tab. 4-9 Stanovení vah pomocí kompenzační metody

Kritérium	Jednotka	$v_{nejhorší}$	$v_{nejlepší}$	Změna	Pořadí	Nenormované váhy	Normované váhy
k_1	Počet	25	75	50	4	85	0,1164
k_2	Body	1	3	2	3	90	0,1233
k_3	Body	0	1	1	12	10	0,0137
k_4	Kč	39	19	20	1	100	0,1370
k_5	Body	0	3	3	2	95	0,1301
k_6	Body	0	2	2	6	70	0,0959
k_7	Body	0	1	1	11	20	0,0274
k_8	Body	0	3	3	10	30	0,0411
k_9	Počet	6	14	8	5	80	0,1096
k_{10}	Počet	9	26	17	7	60	0,0822
k_{11}	Počet	14	45	31	8	50	0,0685
k_{12}	Body	0	1	1	9	40	0,0548

Zdroj: Vlastní zpracování

Mezi těmito variantami vypočítáváme změnu jako rozdíl mezi nejlepší a nejhorší variantou. Následně určujeme pořadí kritérií dle důležitosti jednotlivých kritérií. Nenormované váhy byly získány z pořadí kritérií, tedy nejdůležitějšímu kritériu, kritériu prvnímu v pořadí (k_4), připisujeme 100 bodů. Ostatním kritériím připisujeme takové množství bodů, jaké určíme dle vztahu důležitosti k prvnímu kritériu. Tyto přisouzené body označujeme za nenormované váhy, jejich normováním dostáváme váhy konečné. Vyznačenou hodnotou míníme, že vzhledem ke kritériu k_4 je kritérium k_1 důležité z 85 %. Označené normované váhy docílujeme podílem hodnoty 85 a sumy nenormovaných vah hodnoty 730.

4.3.7 Stanovení vah kritérií a jejich aritmetický průměr

Pro využití vah v metodách vícekritériální analýzy potřebujeme zvýšit spolehlivost vypočtených vah. Tuto spolehlivost zvýšíme tak, že jednotlivé váhy vypočtené jednotlivými metodami stanovení vah zprůměrujeme a to dle matematické operace (3.6). Takto vypočtené výsledné váhy označujeme w_{Kn} . Vypočtené váhy pro daná kritéria a jejich aritmetické průměry znázorňujeme v Tab. 4-10.

Tab. 4-10 Přehled stanovených vah a jejich aritmetický průměr

Váhy k	Bodovací metoda	Metoda pořadí	Fullerova metoda	Saatyho metoda	Metoda postupného rozdělení vah	Kompe nzační metoda	Aritmetický průměr vah
w_{K1}	0,11	0,1154	0,1154	0,1141	0,1000	0,1164	0,0973
w_{K2}	0,12	0,1282	0,1282	0,143	0,1500	0,1233	0,1097
w_{K3}	0,03	0,0128	0,0128	0,0119	0,0500	0,0137	0,0104
w_{K4}	0,13	0,1538	0,1538	0,2547	0,2000	0,1370	0,1446
w_{K5}	0,12	0,1410	0,141	0,1843	0,1333	0,1301	0,1313
w_{K6}	0,09	0,0898	0,0897	0,064	0,1000	0,0959	0,0751
w_{K7}	0,04	0,0256	0,0256	0,0156	0,0667	0,0274	0,0232
w_{K8}	0,05	0,0385	0,0385	0,0196	0,0333	0,0411	0,0324
w_{K9}	0,10	0,1026	0,1026	0,0861	0,0667	0,1096	0,0859
w_{K10}	0,08	0,0769	0,0769	0,0469	0,0167	0,0822	0,0618
w_{K11}	0,07	0,0641	0,0641	0,0349	0,0333	0,0685	0,0512
w_{K12}	0,06	0,0513	0,0513	0,0249	0,0500	0,0548	0,0411

Zdroj: Vlastní zpracování

Zvýrazněné hodnoty Tab. 4-10 aritmetického průměru při w_{K1} jsme dosáhli při sečtení všech hodnot v tomto řádku a dělením tohoto součtu číslem 6, což znamená četnost použitých metod pro stanovení vah kritérií. Nejvyšší průměrné váhy kritérií zaznamenáváme u w_{K4} , nejnižší u w_{K3} .

4.4 Metody vícekritériálního vyhodnocení variant

Aplikaci vícekritériálních metod hodnocení variant na výběr nejlepší kavárny v Havířově provádíme zejména za využití konjunktivní a disjunktivní metody, metody PRIAM, ORESTE, metody lexikografické a metody váženého součtu, metody TOPSIS.

4.4.1 Konjunktivní metoda

V prvním kroku aplikování konjunktivní metody vícekritériálního hodnocení variant stanovujeme aspirační úroveň y^1 . Tuto aspirační úroveň stanovujeme jako aritmetický průměr jednotlivých kritérií, přičemž vycházíme z upravené kritériální matice.

$$y^1 = (47, 3, 1, 7, 2, 1, 0, 2, 10, 17, 23, 1)$$

V dalším kroku porovnáváme jednotlivé varianty matice Y 's aspirační úrovní y^1 . Nenacházíme žádnou variantu, která by dle vztahu (3.7) aspirační úrovní vyhovovala, proto musíme aspirační úroveň y^1 uvolnit – snížíme tedy požadavky o 1/3 a tvoříme novou aspirační úroveň y^2 .

$$y^2 = (31; 2; 0; 5; 1; 0; 0; 1; 7; 11; 15; 0)$$

Provádíme opět porovnání jednotlivých variant matice Y 's aspirační úrovní y^2 , kdy nacházíme variantu, která vyhovuje zmíněnému vztahu. Tuto variantu označujeme za variantu kompromisní a je to varianta v_5 .

4.4.2 Disjunktivní metoda

Při aplikování disjunktivní metody vycházíme opět z aspirační úrovně y^1 .

$$y^1 = (47, 3, 1, 7, 2, 1, 0, 2, 10, 17, 23, 1)$$

Jelikož žádnou z variant neoznačujeme za vyhovující při porovnání s touto aspirační úrovní dle vztahu (3.8), musíme aspirační úroveň upravit. Aspirační úroveň zpřísňujeme a to tak, že aspirační úroveň 2x zvětšíme a vytváříme aspirační úroveň y^3 .

$$y^3 = (94, 6, 2, 14, 4, 2, 0, 4, 20, 34, 46, 2)$$

Aspirační úrovní y^3 při srovnání vyhovují varianty v_2 , v_4 , v_5 a v_6 . Proto musíme dále aspirační úroveň zpřísnit – např. o 40%.

$$y^4 = (132, 8, 3, 20, 6, 3, 0, 6, 28, 48, 64, 3)$$

Stanovujeme, že aspirační úrovní y^4 , vyhovuje pouze varianta 6.

4.4.3 Metoda PRIAM

$$y^0 = (25, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 6, 9, 14, 0)$$

Výchozí úroveň y^0 stanovujeme na úrovni bazální varianty, tedy této variantě přiřadíme nejhorší možnosti daných kritérií. Této úrovni vyhovují všechny varianty, proto tuto úroveň musíme zpřísnit a to tak, že první kritérium, tedy počet míst v kavárenském zařízení, stanovíme alespoň na 40.

$$y^1 = (40, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 6, 9, 14, 0)$$

Po této úpravě aspirační úrovně jsme vyloučili varianty v_4 a v_6 . Abychom vyloučili další varianty, zpřísňujeme další kritérium. Změnu provedeme v kritériu k_3 , kdy budeme požadovat, ať kavárenské zařízení disponuje venkovním posezením.

$$y^2 = (40, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 6, 9, 14, 0)$$

Tímto krokem jsme vyloučili variantu v_1 . Dalším krokem volíme zpřísnění kritéria k_4 , a to na hodnotu 5.

$$y^3 = (40, 1, 1, 5, 0, 0, 0, 1, 6, 9, 14, 0)$$

Aspirační úrovni y^3 vyhovuje pouze varianta číslo 5, tedy kavárna s číslem 5.

4.4.4 Metoda lexikografická

Uspořádáme a očíslovíme jednotlivá kritéria od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Víme, že základní princip metody je, že nejdůležitější kritérium má na výběr optimální varianty největší vliv. V našem případě bylo stanoveno za nejdůležitější kritérium cena kávy, což je kritérium minimalizační. Je zřejmé, že nejnižší cena kávy je stanovena u varianty v_6 , tedy u 6. kavárny. Jelikož jsou ceny u ostatních možností vyšší, tímto bodem hledání optimální varianty ukončujeme.

4.4.5 Metoda ORESTE

Prvním krokem, při aplikování metody ORESTE, stanovujeme vektor q , ve kterém vyjadřujeme uspořádání kritérií podle důležitosti.

$$q = (4, 5, 2, 1, 9, 6, 10, 11, 12, 8, 7, 3)$$

Ve vektoru q hodnota 4 znamená, že kritérium k_4 považujeme za nejdůležitější kritérium. Dále stanovujeme pořadí variant pro jednotlivá kritéria a to v Tab. 4-11.

Tab. 4-11 Stanovení pořadí variant pro jednotlivá kritéria

Kritéria	Pořadí variant					
k_1	v_6	v_4	v_5	v_2	v_1	v_3
k_2	v_6	v_4	v_1, v_2, v_3, v_5	-	-	-
k_3	v_1, v_6	-	v_2, v_3, v_4, v_5	-	-	-
k_4	v_6	v_1	v_5	v_3	v_4	v_2
k_5	v_3	v_1, v_6	-	v_5	v_2, v_4	-
k_6	v_3	v_1, v_6	-	v_2, v_4, v_5	-	-
k_7	v_1, v_3, v_4, v_5	-	-	-	v_2, v_6	-
k_8	v_3, v_4	-	v_2, v_5	-	v_1, v_6	-
k_9	v_3	v_6	v_5	v_4	v_1	v_2
k_{10}	v_3	v_1	v_2, v_6	-	v_4	v_5
k_{11}	v_3	v_5	v_1	v_2	v_4	v_6
k_{12}	v_2, v_3, v_5	-	-	v_1, v_4, v_6	-	-

Zdroj: Vlastní zpracování

V Tab. 4-11 hodnota v_6 znamená, že při kritériu k_1 je nejdůležitější. Dalším krokem vytváříme matici P, kterou vyjadřujeme pořadová čísla jednotlivých variant k jednotlivým kritériím.

Obr. 4-5 Matice P při aplikaci metody ORESTE

$$P = \begin{pmatrix} 5 & 4,5 & 1,5 & 2 & 2,5 & 2,5 & 2,5 & 5,5 & 5 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 4,5 & 4,5 & 6 & 5,5 & 5 & 5,5 & 3,5 & 6 & 3,5 & 4 & 2 \\ 6 & 4,5 & 4,5 & 4 & 1 & 1 & 2,5 & 1,5 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 4,5 & 5 & 5,5 & 5 & 2,5 & 1,5 & 4 & 5 & 5 & 5 \\ 3 & 4,5 & 4,5 & 3 & 4 & 5 & 2,5 & 3,5 & 3 & 6 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1,5 & 1 & 2,5 & 2,5 & 5,5 & 5,5 & 2 & 3,5 & 6 & 5 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

V matici R označený prvek hodnoty 5 znamená, že variantu v_1 nacházíme pátou v pořadí při kritériu k_1 v Tab. 4-11. Dále vytváříme matici D, kterou vypočteme dle Dujmovičovy metriky vyjádřenou vztahem (3.10).

Obr. 4-6 Matice D při aplikaci metody ORESTE

$$D = \begin{pmatrix} 4,55 & 4,76 & 1,79 & 1,65 & 7,19 & 4,87 & 7,98 & 9,08 & 9,75 & 6,38 & 5,70 & 4,24 \\ 4,00 & 4,76 & 3,67 & 4,77 & 7,65 & 5,55 & 8,35 & 8,82 & 9,91 & 6,52 & 5,88 & 2,60 \\ 5,19 & 4,76 & 3,67 & 3,19 & 7,15 & 4,77 & 7,98 & 8,74 & 9,53 & 6,35 & 5,56 & 2,60 \\ 3,30 & 4,05 & 3,67 & 3,98 & 7,65 & 5,55 & 7,98 & 8,74 & 9,64 & 6,83 & 6,16 & 4,24 \\ 3,57 & 4,76 & 3,67 & 2,41 & 7,35 & 5,55 & 7,98 & 8,82 & 9,57 & 7,14 & 5,60 & 2,60 \\ 3,19 & 3,98 & 1,79 & 1 & 7,19 & 4,87 & 8,35 & 9,08 & 9,54 & 6,52 & 6,54 & 4,24 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Posledním bodem aplikace metody vytváříme matici R, jež je matice pořadových čísel ohodnocení vzdálenosti d_{ij} .

Obr. 4-7 Matice R při aplikaci metody ORESTE

$$R = \begin{pmatrix} 23,0 & 26,5 & 3,5 & 2,0 & 50,5 & 31,5 & 56,5 & 65,5 & 71,0 & 43,0 & 39,0 & 21,0 \\ 24,0 & 26,5 & 14,5 & 29,5 & 53,5 & 35,0 & 59,5 & 63,5 & 72,0 & 44,5 & 40,0 & 7,0 \\ 33,0 & 26,5 & 14,5 & 9,5 & 49,0 & 29,5 & 56,5 & 61,5 & 67,0 & 42,0 & 37,0 & 7,0 \\ 11,0 & 19,0 & 14,5 & 17,5 & 53,5 & 35,0 & 56,5 & 61,5 & 70,0 & 47,0 & 41,0 & 21,0 \\ 12,0 & 26,5 & 14,5 & 5,0 & 52,0 & 35,0 & 56,5 & 63,5 & 69,0 & 48,0 & 38,0 & 7,0 \\ 9,5 & 17,5 & 3,5 & 1,0 & 50,5 & 31,5 & 59,5 & 65,5 & 68,0 & 44,5 & 46,0 & 21,0 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Označená hodnota matice R znamená, že prvek na totožné pozici v matici D stanovujeme jako 23. nejmenší v matici D. Dále sčítáme řádky matice R, čímž získáváme konečné uspořádání variant, kdy ideální je ta varianta, jejichž součet řádku je nejmenší.

Tab. 4-12 Uspořádání variant dle řádkových součtů

Varianta	Řádkový součet r_i	Pořadí
v_1	433	3.
v_2	469,5	6.
v_3	433	4.
v_4	447,5	5.
v_5	427	2.
v_6	418	1.

Zdroj: Vlastní zpracování

Za použití metody ORESTE označujeme za kompromisní variantu v_6 , neboť ji takto určujeme na základě nejnižšího řádkového součtu vypočteného z matice R.

4.4.6 Metoda váženého součtu

Aplikaci metody váženého součtu můžeme rozdělit do tří kroků, kdy v prvním bodě stanovujeme ideální variantu H a bazální variantu D.

$$H = (75, 3, 1, 20, 3, 2, 1, 3, 14, 26, 45, 1)$$

$$D = (25, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 6, 9, 14, 0)$$

Ideální variantu tvoříme výběrem nejlepší hodnoty z každého kritéria matice Y' , naopak bazální variantu hodnotami nejhoršími. Následně vytváříme matici R a to dle matematického zápisu (3.11), ve které vyjadřujeme prvky za hodnoty funkce užitku dané varianty dle daného kritéria.

Obr. 4-8 Matice R při aplikace metody váženého součtu

$$R = \begin{pmatrix} 0,8 & 1,0 & 0,0 & 0,5 & 0,33 & 0,5 & 0,0 & 1,0 & 0,88 & 0,06 & 0,13 & 1,0 \\ 0,4 & 1,0 & 1,0 & 0,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 0,5 & 1,0 & 0,53 & 0,26 & 0,0 \\ 1,0 & 1,0 & 1,0 & 0,2 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 \\ 0,1 & 0,5 & 1,0 & 0,05 & 1,0 & 1,0 & 0,0 & 0,0 & 0,63 & 0,59 & 0,35 & 1,0 \\ 0,3 & 1,0 & 1,0 & 0,25 & 0,67 & 1,0 & 0,0 & 0,5 & 0,5 & 1,0 & 0,06 & 0,0 \\ 0,0 & 0,0 & 0,0 & 1,0 & 0,33 & 0,5 & 1,0 & 1,0 & 0,25 & 0,53 & 1,0 & 1,0 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Označenou hodnotou matice R značíme za hodnotu funkce užitku varianty v_1 dle kritéria k_1 . Posledním krokem při aplikování této metody vícekritériálního rozhodování vytváříme agregovanou funkci užitku pro jednotlivé varianty a to dle vztahu (3.12). Za nejlepší variantu pokládáme tu variantu, u které tento užitek vyhodnotíme za nejvyšší.

Tab. 4-13 Stanovení optimální varianty pomocí metody váženého součtu

Varianta	Užitek	Pořadí
v_1	0,5002	2.
v_2	0,5368	1.
v_3	0,2463	6.
v_4	0,4382	4.
v_5	0,4725	3.
v_6	0,4276	5.

Zdroj: Vlastní zpracování

Označenou hodnotu Tab. 4-13 označujeme užitek varianty v_1 , který vypočítáváme sumou součinů hodnot této varianty a váhy w_{K1} . Při ověření metody váženého součtu jsme jako optimální variantu vyhodnotili variantu 2, tedy kavárnu č. 2.

4.4.7 Metoda TOPSIS

Metodu TOPSIS rozdělujeme do čtyř kroků, kdy prvním krokem sestavujeme normalizovanou kritériální matici R dle matematického zápisu (3.13), kdy za prvky této matice považujeme vektory jednotkové délky.

Obr. 4-9 Matice R při aplikování metody TOPSIS

$$\begin{pmatrix} 0,5307 & 0,4685 & 0,0 & 0,4295 & 0,2041 & 0,2673 & 0,0000 & 0,5669 & 0,4963 & 0,2315 & 0,2879 & 0,5773 \\ 0,3674 & 0,4685 & 0,5 & 0,0000 & 0,6124 & 0,5345 & 0,7071 & 0,3780 & 0,5345 & 0,4167 & 0,3518 & 0,0000 \\ 0,6124 & 0,4685 & 0,5 & 0,1718 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,1890 & 0,2291 & 0,2083 & 0,2239 & 0,0000 \\ 0,2449 & 0,3123 & 0,5 & 0,0430 & 0,6124 & 0,5345 & 0,0000 & 0,1890 & 0,4200 & 0,4398 & 0,3998 & 0,5773 \\ 0,3266 & 0,4685 & 0,5 & 0,2148 & 0,4082 & 0,5345 & 0,0000 & 0,3780 & 0,3818 & 0,6019 & 0,2559 & 0,0000 \\ 0,2041 & 0,1562 & 0,0 & 0,8591 & 0,2041 & 0,2673 & 0,7071 & 0,5669 & 0,3054 & 0,4167 & 0,7197 & 0,5773 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Označenou hodnotu matice R označujeme za prvek, který je součástí vektoru jednotkové délky prvního sloupce matice R. Druhým krokem sestavujeme matici W dle rovnice (3.14), kterou zobrazujeme na Obr. 4-10.

Obr. 4-10 Matice W při aplikaci metody TOPSIS

$$\begin{pmatrix} 0,0516 & 0,0514 & 0,000 & 0,0621 & 0,0268 & 0,0201 & 0,0000 & 0,0184 & 0,0426 & 0,0143 & 0,0147 & 0,0237 \\ 0,0357 & 0,0514 & 0,0052 & 0,0000 & 0,0804 & 0,0401 & 0,0164 & 0,0122 & 0,0459 & 0,0258 & 0,0180 & 0,0000 \\ 0,0596 & 0,0514 & 0,0052 & 0,0248 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0061 & 0,0197 & 0,0129 & 0,0115 & 0,0000 \\ 0,0238 & 0,0343 & 0,0052 & 0,0062 & 0,0804 & 0,0401 & 0,0000 & 0,0061 & 0,0361 & 0,0272 & 0,0205 & 0,0237 \\ 0,0318 & 0,0514 & 0,0052 & 0,0311 & 0,0536 & 0,0401 & 0,0000 & 0,0122 & 0,0328 & 0,0372 & 0,0131 & 0,0000 \\ 0,0199 & 0,0171 & 0,000 & 0,1242 & 0,0268 & 0,0201 & 0,0164 & 0,0184 & 0,0262 & 0,0258 & 0,0368 & 0,0237 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Dále stanovujeme ideální variantu H, kterou sestavujeme z nejlepších hodnot daných sloupců matice W a zobrazujeme v Obr. 4-11.

Obr. 4-11 Ideální varianta H

$$h_j = (0,0596 \quad 0,0514 \quad 0,052 \quad 0,1242 \quad 0,0804 \quad 0,0401 \quad 0,0164 \quad 0,0184 \quad 0,0459 \quad 0,0372 \quad 0,0368 \quad 0,0237)$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Opačným případem sestavujeme bazální variantu D, kdy její prvky určujeme jako nejhorší hodnoty sloupců matice W a zobrazujeme v Obr. 4-12.

Obr. 4-12 Bazální varianta D

$$d_j = (0,0199 \quad 0,0171 \quad 0,0000 \quad 0,0000 \quad 0,0000 \quad 0,0000 \quad 0,0000 \quad 0,0061 \quad 0,0197 \quad 0,0129 \quad 0,0115 \quad 0,0000)$$

Zdroj: Vlastní zpracování

Ve třetím kroku stanovujeme jednotlivé vzdálenosti od ideální varianty dle vztahu (3.15) a od bazální varianty dle vztahu (3.16). Posledním krokem této metody stanovujeme ukazatel c_i dle rovnice (3.17).

Tab. 4-14 Stanovení pořadí variant pomocí metody TOPSIS

Varianty	Vzdálenost od ideální varianty d_i^+	Vzdálenost od bazální varianty d_i^-	c_i	Pořadí
v_1	0,0923	0,0917	0,4984	2.
v_2	0,1307	0,1036	0,4422	4.
v_3	0,1444	0,0583	0,2876	6.
v_4	0,1280	0,0978	0,4331	5.
v_5	0,1084	0,0863	0,4432	3.
v_6	0,0811	0,1356	0,6257	1.

Zdroj: Vlastní zpracování

Zvýrazněnými hodnotami označujeme vzdálenosti od ideální varianty, od bazální varianty a relativní ukazatel vzdálenosti c_i varianty v_1 od bazální varianty. Pořadí sestavujeme sestupným seřazením hodnot c_i . Touto metodou jsme vyhodnotili za nejlepší variantu v_6 .

4.5 Vyhodnocení a doporučení pro danou kavárnu

Jelikož jsme použili několik metod vícekriteriální analýzy variant, jsme schopni vyhodnotit nejlepší kavárnu dané lokality a docházíme k tomuto vyhodnocení, které zobrazujeme v Tab. 4-15.

Tab. 4-15 Vyhodnocení nejlepší varianty

Pořadí	Četnost označení kompromisních variant	Varianta
1.	4	Kavárna č. 6
2.	2	Kavárna č. 5
3.	1	Kavárna č. 2

Zdroj: Vlastní zpracování

Za nejlepší kavárnu ve městě Havířov vyhodnocujeme kavárnu č. 6, neboť četnost metod, kdy byla tato kavárna vyhodnocena za kompromisní, je 4. To znamená, že ve 4 použitých metodách předložené práce byla tato kavárna označena za kompromisní variantu.

Za druhou nejlepší kavárnu ve městě Havířov vyhodnocujeme kavárnu s číslem 5, kterou jsme takto vyhodnotili ve dvou použitých metodách.

Za třetí nejlepší kavárnu vyhodnocujeme kavárnu č. 2, kdy četnost metod tohoto vyhodnocení činí 1.

Při aplikování jednotlivých metod analýzy je hodnocení ovlivněno postupem této metody. Proto vyhodnocení konstruujeme na základě sedmi použitých metod a tímto postupem zajišťujeme větší kvalitu výběru nejlepší varianty. Jednotlivé kompromisní varianty jednotlivých použitých metod zobrazujeme v Tab. 4-16.

Tab. 4-16 Optimální varianty stanovené jednotlivými metodami

Použitá metoda rozhodování	Kompromisní varianta	Název vybrané varianty
Konjunktivní metoda	v_5	Kavárna č. 5
Disjunktivní metoda	v_6	Kavárna č. 6
Metoda PRIAM	v_5	Kavárna č. 5
Lexikografická metoda	v_6	Kavárna č. 6
Metoda ORESTE	v_6	Kavárna č. 6
Metoda váženého součtu	v_2	Kavárna č. 2
Metoda TOPSIS	v_6	Kavárna č. 6

Zdroj: Vlastní zpracování

Je zřejmé, že hodnocení je silně ovlivněno z pozice rozhodovatele. V metodách stanovení vah kritérií jsme jako subjekt rozhodování vždy vyhodnotili za nejdůležitější kritérium cenu kávy espresso, což také ovlivňuje náš výběr nejlepší kavárny za použití jednotlivých metod vícekritériální analýzy.

K doporučení návrhů ke zlepšení daným kavárnám nám může pomoci seřazení všech variant, což můžeme realizovat na základě použitých metod, ve kterých jsme stanovili pořadí všech variant. Tato pořadí jsme stanovili v metodě ORESTE, metodě váženého součtu a metodě TOPSIS, jak ukazujeme Tab. 4-17. Za dosažené místo přidělujeme daným kavárnám totožný počet bodů jako toto pořadí, přičemž za nejlépe hodnocenou variantu považujeme tu, jejíž součet těchto bodů určujeme za nejvyšší.

Tab. 4-17 Vyhodnocení kaváren na základě vybraných metod

Varianta	Metoda ORESTE	Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS	Bodové ohodnocení	Pořadí
v_1	3.	2.	2.	7	1.-2.
v_2	6.	1.	4.	11	4.
v_3	4.	6.	6.	16	6.
v_4	5.	4.	5.	14	5.
v_5	2.	3.	3.	8	3.
v_6	1.	5.	1.	7	1.-2.

Zdroj: Vlastní zpracování

V těchto třech metodách vícekritériálního hodnocení variant stanovujeme následující pořadí. Na prvním až druhém místě umísťujeme variantu 1 a variantu 6. Na třetím místě variantu 5, za 4. v pořadí variant jsme dosadili variantu druhou, 5. variantou označujeme variantu číslo 4 a za poslední variantu určujeme variantu s číslem 3.

Můžeme konstatovat, že v nabídce prvních dvou kavárenských zařízení nacházíme nižší ceny kávy espresso než je tomu tak v nabídkách kaváren ostatních. Pořadí se nám liší za použití těchto tří metod než v případě, kdy bereme v úvahu všechny vybrané metody hodnocení. Na tomto příkladu můžeme vidět, jak se výsledky hodnocení liší za použití výběru rozdílných metod.

Daným kavárnám jsme schopni v této situaci doporučit, aby jejich cenami vyrovnali či předčili svou konkurenci, neboť jak můžeme vidět, tento faktor výrazně ovlivňuje jejich hodnocení. Dalším doporučením můžeme uvést zlepšení atmosféry prostředí či zvýšení počtu míst k sezení, jež jsou další důležitá kritéria při jejich hodnocení.

5 Závěr

O rozhodování slýcháváme nejčastěji ve spojitosti s manažerskou aktivitou, jako s nejdůležitější činností, kterou manažeři ovlivňují chod a budoucnost společnosti. Při tomto rozhodování sledujeme rozhodovací procesy. Rozhodovací procesy však můžeme sledovat také v jiných oblastech, například při výběru nejlepší varianty z množiny několika variant, což označujeme za vícekriteriální rozhodování.

Metod pro aplikaci vícekriteriálního rozhodování známe celou řadu. Subjekt rozhodování, tedy rozhodovatel, určuje, které metody jsou pro řešení daného problému vhodné. V práci jsme použili 6 konkrétních metod stanovení vah kritérií a 7 metod vícekriteriální analýzy variant. Jejich výběr jsme provedli na základě posouzení vhodnosti pro danou situaci, přičemž jsme stanovili požadavek, aby tyto metody byly základní a měly dobrou vypovídací schopnost.

Cílem předložené bakalářské práce je použití vybraných metod vícekriteriálního rozhodování pro výběr nejlepší kavárny v Havířově.

Vícekriteriálnímu výběru kaváren v Havířově docházíme za pomoci porozumění teorie k tomuto tématu, kdy jsme charakterizovali základní pojmy a oblasti týkající se rozhodovacího procesu, metod stanovení vah kritérií a metod vícekriteriálního hodnocení variant.

Na základě aplikování vybraných metod vícekriteriálního hodnocení jsme docílili výběru nejlepšího kavárenského zařízení v dané lokalitě a byli jsme schopni stanovit pořadí kaváren dle těchto metod.

Zjistili jsme, že výsledky těchto metod jsou velmi snadno ovlivnitelné subjektem rozhodování a to jak ve výběru metod rozhodování, tak ve způsobu aplikace těchto metod, zejména při určování kritérií a jejich vah.

Seznam použité literatury

Kniha odborná

- 1 FOTR, Jiří, Lenka Švecová et al. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2. přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.
- 2 KOZEL, Roman, Lenka MYNÁŘOVÁ a Hana SVOBODOVÁ. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3527-6.
- 3 ŠUBRT, Tomáš et al. *Ekonomicko-matematické metody*. Praha: Aleš Černek, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.
- 4 FIALA, P., JABLONSKÝ, J., MAŇAS, M. *Vícekriteriální rozhodování*. VŠE, 1994. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
- 5 FIALA, P. *Modely a metody rozhodování*. 2. přeprac. vydání. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2008. 292 s. ISBN 978-80-245-1345-4.
- 6 RAMÍK, J. *Vícekriteriální rozhodování – analytický hierarchický proces*. (AHP). Karviná, 1999. 216 s. ISBN 80-7248-047-2.
- 7 VACEK, J. *Rozhodování za rizika a nejistoty: cvičebnice*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2008. 105 s. ISBN 978-80-7043-618-9.
- 8 HAIMES, Yacov Y a Ralph E STEUER. *Research and practice in multiple criteria decision making: proceedings of the XIVth International Conference on Multiple Criteria Decision Making (MCDM), Charlottesville, Virginia, USA, June 8-12, 1998*. New York: Springer, c2000, xvii, 553 p. ISBN 3540672664.

Elektronické zdroje

- 9 TRIANTAPHYLLOU, E.; SÁNCHEZ, A. Decisions Sciences [online]. Louisiana State University: Baton Rouge, Winter 1997 [cit. 2015-04-30]. A Sensitivity Analysis Approach For Some Deterministic Multi-Criteria Decision Making Methods, s. 51. Dostupné z: <http://www.csc.lsu.edu/trianta/Journal_PAPERS1/MCDM_SensitivityAnalysis_by_Triantaphyllou1.pdf>.
- 10 FIGUEIRA, J.; MOUSSEAU, V.; ROY, B. Multiple Criteria Decision Analysis: State of Art Surveys [online]. 2005 [cit. 2015-04-30]. Electre Methods. Dostupné z: <http://lamsade.dauphine.fr/dea103/ens/bouyssou/Outranking_Mousseau.pdf>

Seznam zkratek

V předložené práci jsme nepoužili zkráceného výrazu.

Seznam obrázků

Obr. 2-1	Vztah cíle, variant a kritérií hodnocení	13
Obr. 4-1	Kritériální matice	32
Obr. 4-2	Upravená kritériální matice.....	32
Obr. 4-3	Fullerův trojúhelník	34
Obr. 4-4	Saatyho matice	36
Obr. 4-5	Matice P při aplikaci metody ORESTE	43
Obr. 4-6	Matice D při aplikaci metody ORESTE	43
Obr. 4-7	Matice R při aplikaci metody ORESTE.....	44
Obr. 4-8	Matice R při aplikaci metody váženého součtu.....	45
Obr. 4-9	Matice R při aplikování metody TOPSIS	45
Obr. 4-10	Matice W při aplikaci metody TOPSIS.....	46
Obr. 4-11	Ideální varianta H	46
Obr. 4-12	Bazální varianta D	46

Seznam tabulek

Tab. 2-1	Rozhodovací tabulka.....	9
Tab. 2-2	Výčet metod používaných při znalosti preferencí mezi kritérii	16
Tab. 2-3	Výčet metod používaných při znalosti preferencí mezi variantami.....	16
Tab. 3-1	Fullerův trojúhelník	19
Tab. 3-2	Bodová ohodnocení při Saatyho metodě	20
Tab. 4-1	Varianty a kritéria hodnocení.....	31
Tab. 4-2	Bodové ohodnocení a stanovení vah bodovací metodou	33
Tab. 4-3	Stanovení vah pomocí metody pořadí.....	33
Tab. 4-4	Stanovení vah pomocí Fullerovy metody	35
Tab. 4-5	Saatyho metoda	36
Tab. 4-6	Stanovení vah pomocí Saatyho metody	37
Tab. 4-7	Stanovení vah pomocí metody postupného rozvrhu vah	37
Tab. 4-8	Dopady variant hodnocení	38
Tab. 4-9	Stanovení vah pomocí kompenzační metody.....	39
Tab. 4-10	Přehled stanovených vah a jejich aritmetický průměr.....	40
Tab. 4-11	Stanovení pořadí variant pro jednotlivá kritéria.....	43
Tab. 4-12	Uspořádání variant dle řádkových součtů.....	44
Tab. 4-13	Stanovení optimální varianty pomocí metody váženého součtu	45
Tab. 4-14	Stanovení pořadí variant pomocí metody TOPSIS	46
Tab. 4-15	Vyhodnocení nejlepších varianty	47
Tab. 4-16	Optimální varianty stanovené jednotlivými metodami	47
Tab. 4-17	Vyhodnocení kaváren na základě vybraných metod.....	48

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo výdělečné, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 7. 5. 2015

.....
Zapletalová